

确定胜利油区防雷接地金属材料的埋地腐蚀试验

刘福兴¹ 刘璐¹

摘要：防雷接地装置是防雷系统运行的基础，而腐蚀是接地装置失效的主要原因，金属材料的腐蚀速率是接地装置选材和规格确定的重要指标。针对胜利油区土壤电阻率低、盐碱度高的特点，通过对金属接地材料进行埋地腐蚀试验，测试其腐蚀速率，确定适合胜利油区的防雷接地金属材料。根据测试结果胜利油区防雷接地金属材料应优先选取热镀锌钢，其次为碳钢、普通钢，特殊情况可考虑采用不锈钢、铜，同时给出了不同防雷接地金属材料接地体规格参数。

关键词：胜利油区；防雷接地；金属材料；腐蚀速率；埋地试验

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.7.005

Buried Corrosion Test Used to Determine the Metal Materials for Lightning of Shengli Oilfield

Liu Fuxing, Liu Lu

Abstract: Lightning-proof grounding device is the basis of the lightning protection system, and corrosion is the main reason for the failure of grounding device. The corrosion rate of metal materials is an important index to determine the selection and specification of the grounding device. This paper aiming at the characteristics of low soil resistivity and high saline and alkaline for Shengli Oilfield, through the buried corrosion test of metal materials, and the corrosion rate test, according the result to determine the right metal materials for lightning of Shengli Oilfield. The first choice for the lightning of Shengli Oilfield is hot dip galvanized steel, the second is carbon steel or common steel, for the special circumstances can select stainless steel or copper. At last, the tests provide the specification parameters of grounding body of metal materials for lightning.

Key words: Shengli Oilfield; grounding for lightning; metal materials; corrosion rate; buried test

防雷接地的作用是将雷电导入大地，防止雷电流使人遭受电击、设备损坏及其他雷电次生灾害^[1]。建（构）筑物防雷接地一般与主体同时设计、同时施工、同时投入使用^[2]，由于在油田建筑物生产过程中进行防雷接地整改难度较大，一般情况下，接地装置的设计寿命应与主体一致。目前，最常用的接地材料仍然是金属材料^[1]，金属材料的腐蚀速率，决定了金属接地装置的使用寿命。胜利油区主体位于山东省东营市，地处黄河三角洲，土壤电阻率低、盐碱度高，土壤腐蚀能力强，防雷接地金属材料的设计不应直接套用现有规范，需进行专门研究。本文通过对常用金属材料进行埋地试验研究，

选择适用于胜利油区的接地金属材料及接地体规格。

1 试验材料及埋设条件

埋地腐蚀试验选取与目前常用接地金属材料材质相同的金属试片。金属试片包括：普通钢片、碳钢片、不锈钢片、热镀锌钢片、镀铜钢片、铜片。金属试片的规格、型号见表1。金属腐蚀测试片的规格为50 mm×30 mm×4 mm。

金属试片选择在胜利油区桩106站和渤海钻井驻地进行埋设，两处场地土壤电阻率分布为7.6 Ω·m和9.8 Ω·m；埋深深度为0.6 m，大于当地冻土层

¹中国石化股份有限公司胜利油田分公司技术检测中心

表1 埋地腐蚀试验金属试片

试片种类	基材	密度/(g·cm ⁻³)	材料描述
普通钢片	普通钢	7.85	油田在用的普通钢材
碳钢片	Q235	7.85	碳含量为0.14%~0.22%，锰含量为0.30%~0.65%
不锈钢片	314	7.93	铬含量为23.0%~26.0%，镍含量为19.0%~22.0%，碳含量≤0.25%
热镀锌钢片	A3钢	7.85	镀锌层厚度为75 μm，锌含量≥99.90%
镀铜钢片	20#优钢	7.85	镀铜层厚度为250 μm，铜含量≥99.90%
铜片	T2	8.90	铜含量≥99.90%，杂质总和≤0.10%

厚度；埋设时间为2 400 h。

2 测试数据处理及分析

2.1 腐蚀速率计算方法

金属腐蚀速率，指质量的损失，又称为腐蚀率。对于厚度减少，一般称为平均渗入度 P_c ，单位为毫米每年 (mm/a)。本次试验以平均渗入度 P_c 作为腐蚀速率。 P_c 计算公式为

$$P_c = \Delta W \times 8.76 / (\rho \cdot S \cdot T) \quad (1)$$

式中： ΔW 为试片埋地前后质量损失，g； ρ 为试验材料密度，g/cm³； S 为试片暴露面积，m²； T 为埋藏时间，h。

2.2 金属试片腐蚀速率

经测定，各金属试片腐蚀速率见表2。图1为各金属试片腐蚀速率折线图。从表1、图1中可以看出，在胜利油区相同的腐蚀环境中，镀铜钢片平均腐蚀速率最大，普通钢片紧随其后，之后依次为碳钢片、热镀锌钢片、铜片，不锈钢的平均腐蚀速率最小。

表2 金属试片腐蚀速率

金属试片	平均腐蚀速率/ (mm·a ⁻¹)	最大腐蚀速率/ (mm·a ⁻¹)	最小腐蚀速率/ (mm·a ⁻¹)
普通钢片	0.075 7	0.091 9	0.052 7
碳钢片	0.035 4	0.049 5	0.026 5
不锈钢片	0.000 522	0.000 689	0.000 300
热镀锌钢片	0.017 5	0.019 1	0.016 1
镀铜钢片	0.079 1	0.128	0.045 7
铜片	0.009 77	0.016 4	0.004 15

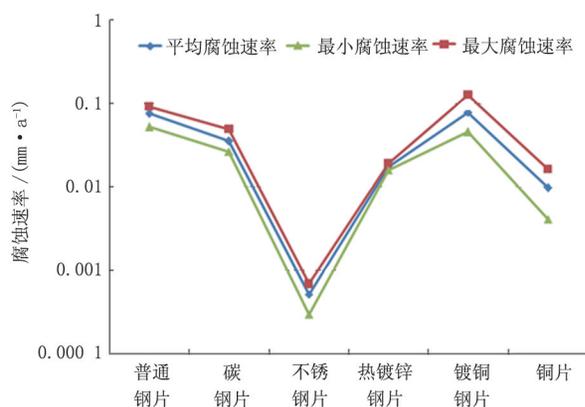


图1 金属试片腐蚀速率折线图

镀铜钢片腐蚀速率大的主要原因为受镀铜工艺等原因影响，铜膜不能有效覆盖钢质基材，导致在土壤中发生严重的电化学腐蚀反应，作为阳极的钢质基材腐蚀损失严重，可见腐蚀黑斑（见图2）。

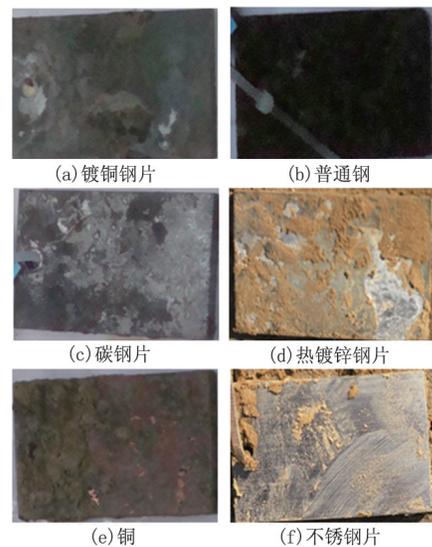


图2 金属试片埋地取出后的照片

普通钢片腐蚀速率大的原因是材料除铁 (Fe) 之外还含有碳 (C)、锰 (Mn) 及其他元素，易发生微电池电化学腐蚀，在胜利油区盐碱环境中，铁 (Fe) 被氧化成黑色的 $Fe(OH)_2$ [3]。

碳钢片腐蚀速率低于普通钢片的主要原因是碳钢片中除碳 (C)、锰 (Mn) 外其他杂质含量极低，微电池电化学腐蚀强度弱于普通钢片。图2中碳钢片表面氧化产生的 $Fe(OH)_2$ 明显少于普通钢片。

热镀锌钢片腐蚀速率相对较低，一方面，热镀锌覆盖能力好，镀层致密，可有效保护内部基体；另一方面锌层表面形成的 ZnO 、 $Zn(OH)_2$ 保护膜，一定程度上减缓腐蚀，而且该层保护膜在破坏后又形成新的膜层；再一方面，当锌层破坏严重，危及到铁基体时，锌层对基体产生电化学保护。图2中所示热镀锌钢片表面镀锌膜完好。但是，在有电流的情况下，镀锌层会被电解而加快腐蚀 [4]，其防腐蚀性能也消失。

3 金属材料的优选方案及规格

综合考虑各金属试片腐蚀速率及材料价格等方面因素，胜利油区防雷接地金属材料优先选取腐蚀速率较低、价格较低的热镀锌钢；其次可选择价格相对便宜的碳钢、普通钢；特殊情况可考虑采用腐蚀速率低、价格较高的不锈钢或铜。

一般情况下，接地体截面积腐蚀到允许值的1/3时认为失效，油田防雷接地装置的设计寿命为25年。为安全起见，在计算防雷接地金属材料规格尺寸时，各金属材料腐蚀速率按试验最大值考虑，同时要满足现行规范对接地材料的泄流要求^[5]。胜利油区防雷接地金属材料规格尺寸见表3。

表3 胜利油区防雷接地金属材料的规格尺寸

材料	接地体规格		备注	
	垂直接地体	水平接地体		
碳钢	单根圆钢	直径 20 mm	直径 12 mm	-
	扁钢	-	100 mm ²	最小厚度 5 mm
热镀锌钢	热镀锌圆钢	直径 16 mm	12 mm	-
	热镀锌钢管	直径 25 mm	-	最小壁厚 3 mm
	热镀锌扁钢	-	100 mm ²	最小厚度 4 mm
	热镀锌角钢	50 mm × 50 mm × 4 mm	-	-
铜	单根圆铜	直径 15 mm	直径 8 mm	-
	单根扁铜	-	50 mm ²	最小厚度 2 mm
	铜管	直径 20 mm	-	最小壁厚 2 mm
不锈钢	圆形导体	直径 16 mm	直径 10 mm	-
	扁形导体	-	100 mm ²	最小厚度 2 mm
普通钢	普通圆钢	直径 25 mm	16 mm	镀锌处理

4 结论

(1) 在胜利油区，镀铜钢片、普通钢片平均腐蚀速率最大，之后依次为碳钢片、热镀锌钢片、铜

片，不锈钢的平均腐蚀速率最小。

(2) 胜利油区防雷接地金属材料优先选取热镀锌钢，其次可选碳钢、普通钢，特殊情况可考虑不锈钢或铜。

(3) 防雷接地装置所处区域存在杂散电流或防雷接地装置与电力系统共用接地装置时，应根据实际情况选用不锈钢、铜或选用加大规格尺寸的热镀锌钢。

参考文献

- [1] 肖稳安, 李霞, 陈红兵. 防雷专业技术知识问答[M]. 北京: 气象出版社, 2010: 91-94.
- [2] 杨仲江. 防雷工程检测审核与验收[M]. 北京, 气象出版社, 2005: 196-247.
- [3] 李可. 金属管道的电化学腐蚀与防护[J]. 油气田地面工程, 2013, 32 (5): 118.
- [4] 谭铮辉, 朱志平, 裴锋, 等. 直流杂散电流对不同含水率土壤中接地网材料腐蚀特性的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2013, 25 (3): 207-212.
- [5] 林维勇, 黄友根, 焦兴学, 等. 建筑物防雷设计规范: GB 50057—2010[S]. 北京: 中国计划出版社, 2011: 34-42.

作者简介

刘福兴: 工程师, 主要从事油田雷电防护、地震安全性评价工作及研究, 18554639812, 350938774@qq.com, 山东省东营市西二路480号技术检测中心综合实验楼, 257000。

收稿日期 2015-08-05

(栏目编辑 李艳秋)

(上接第13页)

生产需要。研制的破乳剂DE9017具有良好的脱盐能力，应用于Safah油田时，在不增加药量的情况下，处理后原油含盐量远低于指标要求，油水分离的效果也优于在用药剂。

参考文献

- [1] 吴迪, 王世昌, 孟祥春, 等. 大庆油田三元复合驱采出液热-化学破乳研究[J]. 油田化学, 2002, 19 (1): 54-58.
- [2] 左良斌. 江汉油田原油脱盐脱水研究[J]. 湖北化工, 2000 (4): 42-43.
- [3] 梁劲翌. 溶剂对油溶性破乳剂脱盐效果的影响[J]. 石油

化工腐蚀与防护, 2010, 27 (3): 43-45.

- [4] 梅洛洛, 苏炳辉, 洪祥议, 等. 油溶性破乳剂优选实验研究[J]. 炼油技术与工程, 2015, 45 (4): 48-50.

作者简介

薛强: 工程师, 2008年毕业于大庆石油学院化学工艺专业, 工学硕士, 从事油田化学剂研发和应用工作, 0459-5903864, xueq_dod@petrochina.com.cn, 黑龙江省大庆市让胡路区大庆油田工程有限公司科研一号楼化学工程部, 163712。

收稿日期 2016-01-25

(栏目编辑 李艳秋)