

[文章编号] 1004- 0609(2002)01- 0041- 03

纯铜的土壤腐蚀原位测试^①

孙 成, 韩恩厚, 高立群, 李洪锡

(中国科学院 金属研究所, 金属腐蚀与防护国家重点实验室, 沈阳 110016)

[摘 要] 在沈阳土壤腐蚀试验中心站现场原位测试了土壤的理化性质和纯铜的腐蚀速率变化情况。土壤理化性质测试结果表明, 土壤的电导及含盐量随地温的升高而增大, 土壤中微生物腐蚀随着地温升高而显著增强, 原位测试结果显示纯铜的腐蚀速率随着地温的升高而增大, 与实测质量损失值对比, 两者误差较小, 因此纯铜可作为一种原位测试土壤腐蚀性的标准电极材料。

[关键词] 纯铜; 土壤腐蚀; 原位测试

[中图分类号] TG 172. 4

[文献标识码] A

土壤腐蚀实验研究经常采用且最为可靠的方法是在典型土壤中埋设大量的试件, 然后按一定的埋设周期挖掘, 确定试件的腐蚀质量损失和腐蚀速率^[1~3], 但是此法试验周期长, 投入的人力、物力巨大^[4~6], 且不能完全满足工程建设的实际需要。因此, 建立和发展各种原位测量技术十分迫切。

1952 年, Schwerdtfeger 提出了利用极化曲线转折法原位测量土壤中金属腐蚀速度的方法。1958 年, Stern^[7] 从理论上提出了著名的 Stern 公式, 建立了利用极化电阻来测定腐蚀速率的方法。但由于比例系数随体系不同而变化, 即使在同一体系, 随着金属表面状态和腐蚀介质的变化, 比例系数也在不断地变化, 因此一般的极化电阻法只能粗略地估算金属腐蚀速率。曹楚南^[8] 提出一种弱极化技术, 通过在弱极化区测得的极化电流值, 根据理论公式求算出的腐蚀电流和比例系数更接近真实值, 测量误差较小^[9]。本文作者主要采用根据曹楚南提出的弱极化技术制成的瞬时腐蚀速率测试仪, 研究纯铜的现场土壤腐蚀原位测试结果与土壤埋设试件质量损失值之间的相关性。

1 实验

现场原位测试实验在沈阳土壤腐蚀中心试验站进行, 该站属北温带受季风影响的半湿润大陆性气候, 年平均气温 7.8℃左右, 年均降水量 734 mm

左右, 全年最大冻土深度约为 1.50 m, 土壤类型为菜园型草甸土, 土壤水分较丰富, 矿质含量较高。实验材料为纯铜, 其成分见表 1。

表 1 纯铜的化学成分

Table 1 Composition of copper (mass fraction, %)

Fe	Ni	Sn	Bi	As	Cu
0.000 2	0.000 1	0.000 2	0.000 1	0.000 5	Bal.

原位测试探头与埋设试件的材料相同, 采用三电极体系, 工作电极、参比电极及辅助电极都为同一种材料, 试件埋深为 1.50 m。同时测试了地温、土壤盐含量、电导、电阻率、氧化还原电位等土壤理化性质。埋设试样经过一定周期后取出, 表面锈层用 5% 或 10% H₂SO₄ 在室温条件下清洗, 除净为止。测量试样的质量损失, 与原位测试结果相比较。

2 结果及讨论

2.1 土壤理化性质

图 1 所示为地温、土壤的含盐量、氧化还原电位及电导的原位测试结果。可以发现, 土壤的其他几个理化参数与地温相关性很大, 土壤的电导及含盐量随地温的升高而增大, 随地温的降低而减小; 另外, 土壤的氧化还原电位是反映土壤中各种氧化-还原反应平衡的一个综合指标, 从图 1(c) 可见, 土壤的氧化还原电位随着实验的进行而逐渐变小

① [基金项目] 国家自然科学基金资助项目(59899143); 国家重点基础研究专项经费资助项目(G19990650)

[收稿日期] 2001- 03- 26; [修订日期] 2001- 06- 26

[作者简介] 孙 成(1965-), 男, 副研究员, 博士研究生。

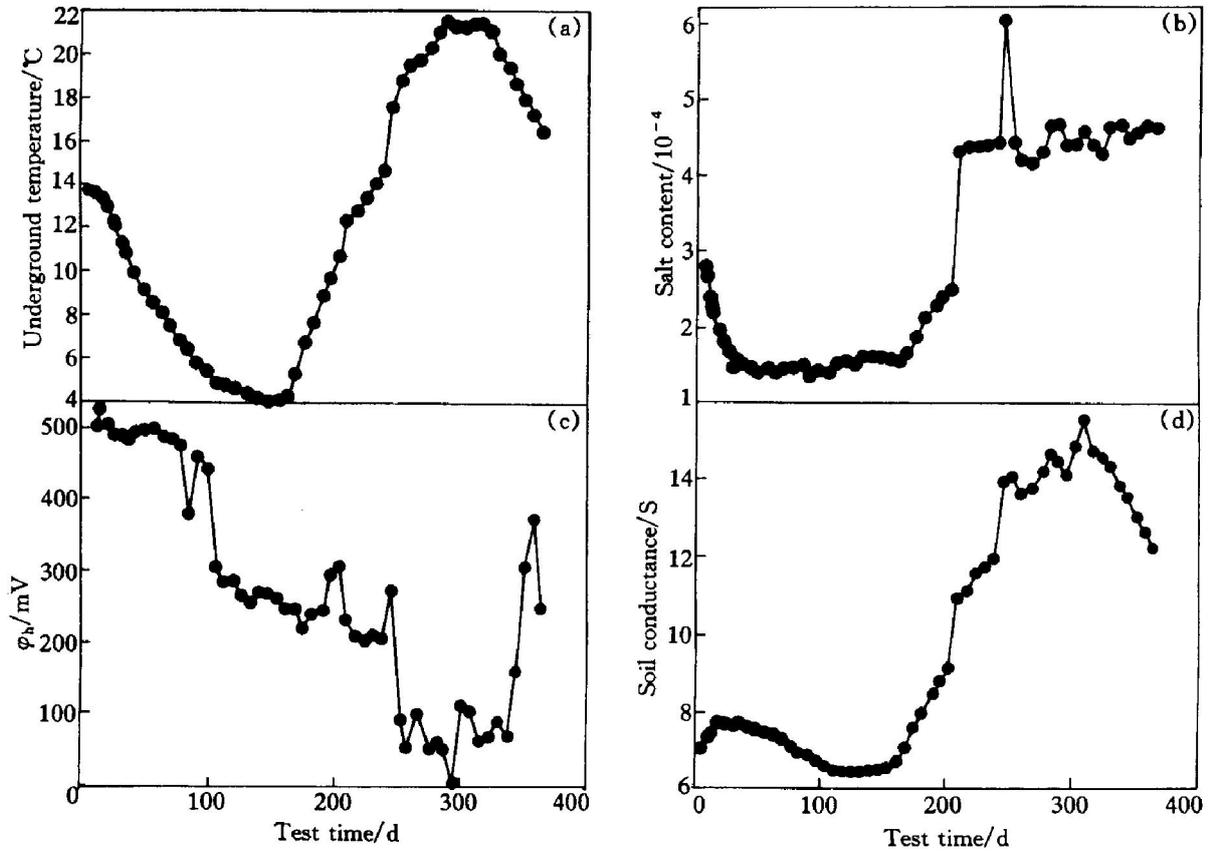


图1 土壤理化性质随实验时间的变化曲线

Fig. 1 Variations of physico-chemical properties of soil with test time
(a) —Underground temperature; (b) —Salt content; (c) — ϕ_h ; (d) —Soil conductance

负移, 这说明土壤中试件周围微生物的活动随着地温的升高而越来越活跃, 同时也说明土壤中微生物腐蚀随着地温升高而显著增强。

2.2 金属材料腐蚀速率原位测试

图2为纯铜的自然腐蚀电位随时间的变化关系。从图中可以发现, 从实验开始到接近200d时纯铜的腐蚀电位变化很小, 在200d附近, 自然腐

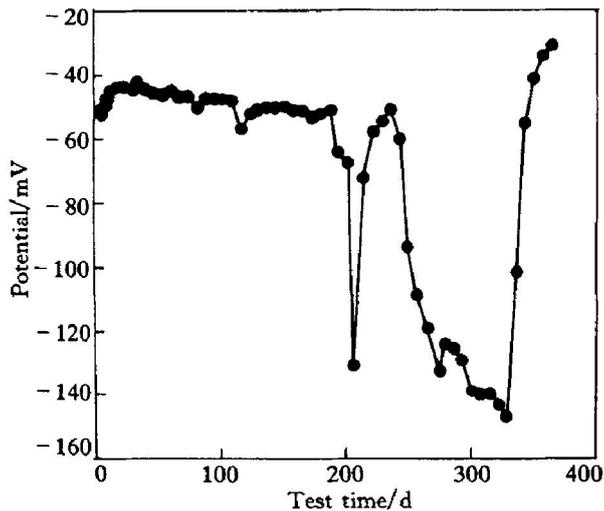


图2 纯铜的腐蚀电位随试验时间的变化曲线

Fig. 2 Variation of potential of Cu with test time

蚀电位出现负移, 然后又回到原来的水平, 这是由于实验进行到200d左右时, 地面上铺植草皮后大量洒水, 使土壤中含水量大幅增加的结果。

图3为纯铜在土壤中腐蚀速率原位测试结果。从图中可以发现, 纯铜的腐蚀速率与地温的变化规律基本相似, 随着地温的升高, 腐蚀速率增大, 随

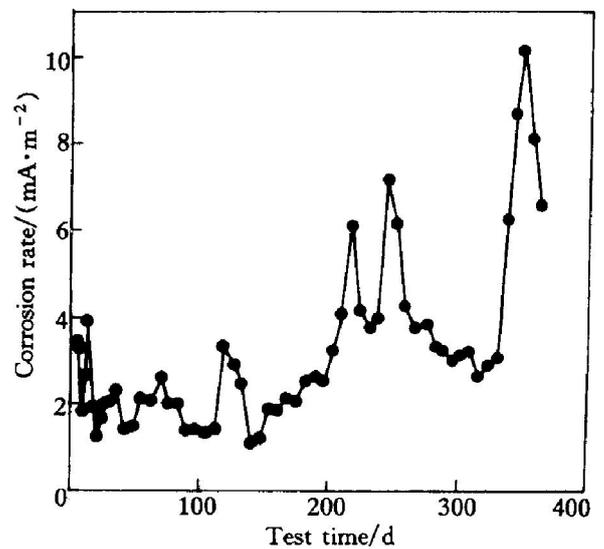


图3 纯铜的腐蚀速率随试验时间的变化曲线

Fig. 3 Variation of corrosion rate of Cu with test time

着地温的降低, 腐蚀速率减小。

2.3 原位测试结果与质量损失结果对比

利用测得的纯铜腐蚀速率曲线, 进行积分求得纯铜腐蚀过程中通过的电量, 再根据法拉第定律, 计算出腐蚀质量损失。纯铜的原位测试计算的质量损失值与埋片试样的质量损失值对比见表 2。

表 2 原位测试质量损失值与实测值比较

Table 2 Comparison of in situ mass loss with actual measured value

Time/month	Mass loss/g		Error/%
	In situ	Actual	
6	0.072	0.060	20
9	0.096	0.080	20
12	0.217	0.140	55

从表 2 可以看出, 纯铜的原位测试结果与实测值之间的误差较小, 腐蚀 6 个月和 9 个月的误差仅为 20%, 1 年的误差为 55%, 因此纯铜可以作为一种评定土壤腐蚀性原位测试的标准材料。

[REFERENCES]

- [1] 孙 成, 李洪锡, 张淑泉, 等. 不锈钢在土壤中腐蚀规律研究 [J]. 腐蚀科学与防护技术, 1999, 11(2): 94.
SUN Cheng, LI Hong-xi, ZHANG Shu-quan, et al. Corrosion of stainless steels in soils [J]. Corrosion Science and Protection Technology, 1999, 11(2): 94.
- [2] 孙 成, 李洪锡, 张淑泉, 等. 大港海滨盐土的腐蚀性研究 [J], 环境科学与技术, 1999(2): 1.
SUN Cheng, LI Hong-xi, ZHANG Shu-quan, et al. A research on corrosion of Dagang seaside saline soil [J]. Environmental Science and Technology, 1999(2): 1.

- [3] 孙 成, 李洪锡, 张淑泉, 等. 铝合金的土壤盐浓差宏电池腐蚀 [J]. 中国有色金属学报, 2000, 10(5): 653.
SUN Cheng, LI Hong-xi, ZHANG Shu-quan, et al. Salt concentration difference macrocell corrosion for LC4 aluminium alloy in soil [J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2000, 10(5): 653.
- [4] 孙 成, 李洪锡, 张淑泉, 等. 1Cr18Ni9Ti 不锈钢在土壤中腐蚀规律研究 [J]. 材料研究学报, 2000, 14(增): 84.
SUN Cheng, LI Hong-xi, ZHANG Shu-quan, et al. Corrosion behavior of 1Cr18Ni9Ti stainless steel in soils [J]. Chinese Journal of Materials Research, 2000, 14(Suppl.): 84.
- [5] SUN Cheng, LI Hong-xi, ZHANG Shu-quan, et al. Corrosion behavior of LY11 aluminum alloy in soils [J]. Transactions of Nonferrous Metal Society of China, 1999, 9(4): .
- [6] SUN Cheng. Corrosion of 1Cr13 stainless steel in soils [J]. Acta Metallurgica Sinica, 1999, 12(5):
- [7] 常守文. 便携式土壤腐蚀仪的发展与应用 [J]. 油气储运, 1989(1): 30.
CHANG Sou-wen. Development and application of portable soil corrosion meter [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 1989(1): 30.
- [8] 曹楚南. 一种根据弱极化区的极化曲线测定腐蚀电流的方法 [J]. 腐蚀与防护, 1978, 1: 21.
CAO Chu-nan. A method of corrosion current according to weak polarization curve [J]. Corrosion and Protection, 1978, 1: 21.
- [9] 蒯晓明. 智能腐蚀电流测量仪的研制 [J]. 腐蚀科学与防护技术, 1995, 7(2): 32.
KUI Xiao-ming. A new corrosion current measurement meter [J]. Corrosion Science and Protection Technology, 1995, 7(2): 32.

In-situ measurement of soil corrosion of copper

SUN Cheng, HAN Er-hou, GAO Li-qun, LI Hong-xi

(State Key Laboratory for Metals Corrosion and Protection, Institute of Metals Research, Chinese Academy of Science, Shenyang 110016, China)

[Abstract] In situ measurement of corrosion rate of copper and soil physico-chemical factors was carried out in Shenyang soil site. The results show that soil conductivity, salt content and bacterial corrosion of soil increase with raising soil temperature, and the corrosion rate of Cu also increase with the soil temperature. The comparison of in situ mass loss with actual measured value shows that the error between them is very little. Therefore, copper may become a standard measuring electrode for soil corrosion.

[Key words] copper; soil corrosion; in-situ measurement

(编辑 杨 兵)