

土壤温度电阻率及氧化还原电位的 原位连续测试

徐建庆 孙嘉瑞 刘继旺

吴 沟

(大庆石油设计院)

(中国科学院南京土壤研究所)

国内外有关报道表明,钢铁在地下的腐蚀,与土壤理化性质关系极为密切。但目前通用的测试技术,不能满足原位连续测试的要求,因而也不能全面反映作为土壤腐蚀环境因素的土壤理化性质的季节性动态变化。为了积累土壤理化性质的动态数据,能比较全面地了解地下钢铁所处的真实土壤腐蚀环境,需要有一套土壤腐蚀环境因素的原位连续测试技术。经过试验研究和改进,我们在1991年首先研制成了土壤温度、土壤电阻率和土壤氧化还原电位的3项原位连续测试技术及相应的专用传感器,并在当年7月份,连同配套仪器,安装在全国土壤腐蚀试验网大庆中心试验站上,安装后调试结果表明均工作正常,并开始了每月进行的原位连续测试,以积累动态数据。

一、方法和设备

土壤温度的原位连续测试,主要采用中国科学院南京土壤研究所研制的数字式温度计和我们委托制备的带有10米长三芯导线的温度传感器3支。温度传感器事先曾用大庆中心站的水饱和土样进行室内浸泡试验,并用标准温度计进行校正。

土壤电阻率的原位连续测试,主要关键在于研制出一批可以长期埋设在土壤中而本身不会遭受腐蚀的导电电极,配套仪器为通用的ZC-8型接地电阻测定仪。我们研制成的耐蚀导电电极,同样用大庆中心站的水饱和土样进行过室内浸泡试验,并用通用的铜电极进行了实地对比测试,测定结果在野外测试的允许误差范围以内。

土壤氧化还原电位的原位连续测试,关键也在于研制出耐大庆碱性土壤浸泡的白金电极。我们特为此准备了一批长导线且所有接头均耐水泡的白金电极,并经过大庆中心站水饱和土壤浸泡60天的室内试验,证实这些特制的白金电极具有良好的防水性能和电位重复性。配套测试仪器为中国科学院南京土壤研究所生产的高输入阻抗DMP-2型数字式毫伏计。供配套测试的还专门制备了一种长导线长效饱和甘汞电极。

各种传感器通过室内试验后,分别埋入大庆中心站各类试验材料试件埋设深度的土层中(土壤电阻率原位连续测试用的耐蚀导电电极则埋在表土层中),各传感器的导线连接到地面接线盒中相应的接线柱上,供连续测试用。更详细的测试方法见“大庆中心站试验方法”。

二、结果和讨论

上述3项原位连续测试的数据,根据“材料土壤腐蚀试验方法”(科学出版社)进行计算和校

正,得出结果如下:

(一) 大庆中心站土壤温度的动态变化 图1表明,在测试期内,埋层土壤温度最高为18.2℃,最低为零下1.85℃。埋层土壤温度的变化是受地表温度变化的影响,但由于温度传导有个滞后过程,因而埋层土壤温度的变化往往落后于地表温度的变化,特别是在春季转暖过程中,滞后更明显,到5月22日,地表温度已上升到16℃,但埋层土壤温度仍停留在零下0.23℃。从整个时间看,埋层土壤温度从1月至5月均在零下,处于冻态,电化学腐蚀过程和微生物腐蚀过程都应该是很弱的。“七五”钢铁埋藏试验结果表明,大庆站的土壤腐蚀速度是全国土壤腐蚀试验网14个试验站中最低的,除了其他原因之外,埋层土壤温度长时间处于低温状态,可能也是原因之一。

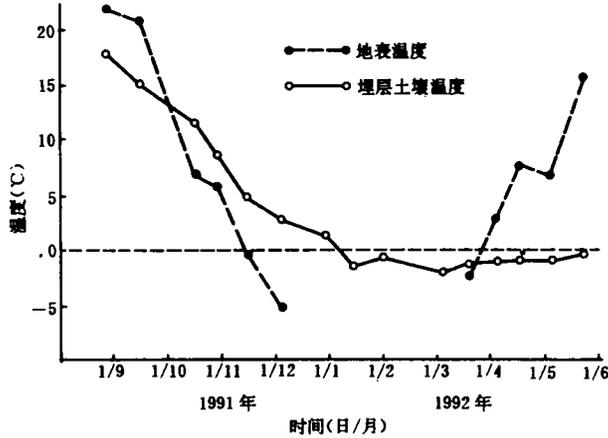


图1 大庆中心站土壤温度的动态变化

(二) 大庆中心站在测试期间土壤电阻率动态变化 图2显示,土壤电阻率的季节性变化规律特别明显,而且与土壤温度变化的关系非常密切。变化幅度可以从几个欧姆米到几十甚至几百欧姆米以上。从8月份到11月份,随着土壤温度的逐步下降,土壤电阻率逐步上升,到12月4日地表温度已下降到零下5℃,表层土壤已经冰冻,但下部埋层土壤温度还在零上3℃,此时0—80厘米与0—120厘米土层的土壤电阻率分别为266与196欧姆米。从12月30日到1992年3月3日,由于1.2米以上土层基本上全处于冰冻状态,以致土壤电阻率高到使摇表超量程,无法测出。从3月18日至5月22日,天气转暖,地表温度回升明显,土壤电阻率也逐步下降。可以注意的是4月16日地表温度为8℃,5月3日反降为7℃,埋层土壤温度基本相同,但土壤电阻率就有可以察觉到的上升,这清楚说明大庆中心站土壤

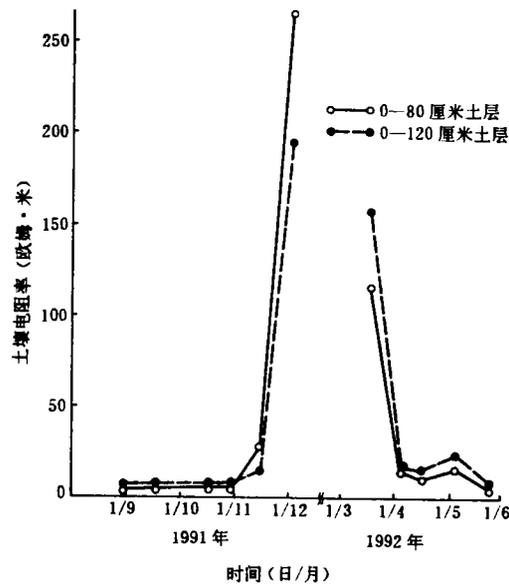


图2 大庆中心站土壤电阻率的动态变化

(下转第166页)

表5 浸提温度对平行测定值的变异系数的影响

浸提温度	0℃	10℃	20℃	25℃	30℃	35℃
高沙土	0.250	0.061	0.020	0.00	0.011	0.031
小粉浆土	0.303	0.207	0.026	0.00	0.00	0.022
淤泥土	0.172	0.150	0.045	0.058	0.046	0.085
马肝土	0.271	0.279	0.053	0.007	0.007	0.00
黏泥土	0.0178	0.111	0.019	0.009	0.009	0.009
平均	0.235	0.193	0.033	0.015	0.015	0.029

数又略有回升。

(四)关于适宜浸提温度的确定

适宜浸提温度必须满足两个条件,其一,测定值稳定;其二,测定值的重现性好,即平行测定值的误差小。从我们的实验结果看,浸提温度以25—30℃为宜。(参考文献略)

(上接第160页)

电阻率的动态变化与土壤温度关系极为密切。另一方面也说明,由于低温造成的土壤电阻率较高(12月至次年3月均在100欧姆米以上),也是土壤电化学腐蚀较轻的原因之一。

(三)大庆中心站在测试期间的土壤氧化还原电位的动态变化 大庆中心站埋层土壤的氧化还原电位总的说来都是相当低的(图3),变化幅度从正的108毫伏到负的146毫伏(对标准氢电极),而且大部分时间处于负电位状态。这说明埋层土壤长期处于水饱和及缺氧状态。在整个冬季,电位均为负值,而且出现两个负峰,此时埋层土壤温度很低,负峰不可能由于强烈的微生物活动过程所造成,我们认为,这可能是由于上部土层冰冻,不仅土壤空气无法流动,土壤水份也无法移动,从而使氧气的补给断绝,使土壤处于相当严重的还原状态,阻碍了阴极去极化过程,这是大庆钢铁试件土壤腐蚀很弱的主要原因。

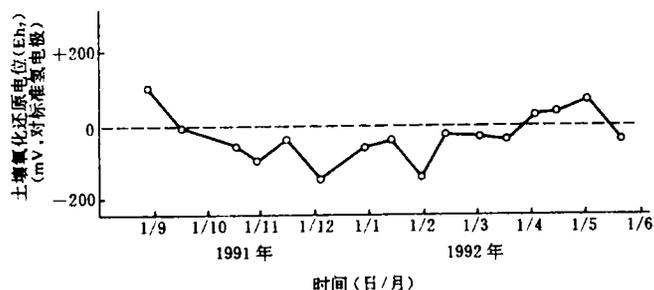


图3 大庆中心站土壤氧化还原电位的动态变化

上述3项原位连续测试结果虽仅仅是第1年,个别数据(如地表温)还不够全,但所得的结果却很有意义,它为人们提供了土壤腐蚀环境因素的动态变化及其规律性的真实的信息,有助于进一步弄清钢铁腐蚀与土壤理化性质之间的相关性,应开展这方面的研究和测试,并可考虑在其他需要的地方推广应用。