

钢在海洋沉积物中的腐蚀研究 VI. 海底沉积物腐蚀因子的原位测试技术*

朱素兰 马士德 黄彦良 侯保荣

(中国科学院海洋研究所)

环境腐蚀因子的测试是环境的腐蚀性评价与防腐工程设计,以及腐蚀机理分析研究的必要过程和手段。海洋工程地质调查和海底沉积物腐蚀因子调查中的 pH, Eh(氧化-还原电位)等的测试,通常是从海洋工程地质取样器中抓取部分海底沉积物,再在室内进行测试。此种测试方法是“破坏性测试”,它使原海底沉积物的结构状态受到破坏,故测试结果不能完全代表实际状态,而且还可引入人为误差。为提高海洋调查中一些参数的准确性和可靠性,作者结合“移植埋片”法(马士德等, 1994)研制了海底沉积物有关腐蚀因子的原位测试技术。

一、pH 和 Eh 的原位测试

1. 测试装置 测试装置详见图 1, 主要设备为 DMP-2 数字 mV-pH 计, pH 复合电极, 甘汞电极和铂电极。

2. 测试过程 用海底取样器取出海底沉积物, 装入腐蚀试验装置(图 1)。(1)将 pH 复合电极插入测试装置的测试孔内, 连接 DMP-2 数字 mV-pH 计, 测得该样品的 pH 值;(2)将甘汞电极和铂电极插入测试装置的测试孔, 连接 DMP-2 数字 mV-pH 计, 测出该样品的 Eh 值。以上两参数在同一泥层可测多次, 取多次平行测试的平均值可提高测试准确度, 测试结果见表 1。

破坏性的测试在同一时间、同一地点, 并用同样的仪器, 不同的人测试结果亦不同, 见表 2。

3. 两种测试方法的比较

(1)破坏性测试: 是从海洋工程地质取样器中抓取部分样品, 在 10 分钟之内测试完, 这样能引起沉积物的结构状态破坏, 并能引入空气和海水, 促使沉积物的氧化还原活性变

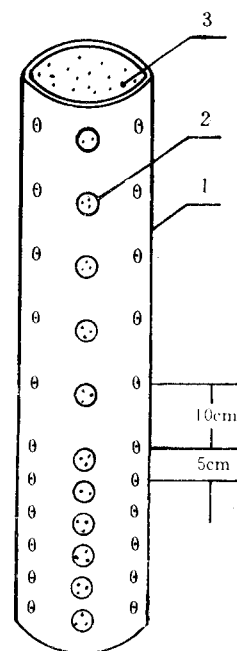


图 1 沉积物腐蚀
参数原位测试装置

1. 硬质塑料管;
2. 测试孔; 3. 试样

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2829 号。
收稿日期: 1995 年 12 月 28 日。

表 1 电化学参数原位测试结果

因子深度 (cm)		pH	Eh(mV)	$\rho(\Omega \cdot m)$
10	平均	7.20	162	80
		7.21	163	79
		7.21	162	80
		7.20	163	80
		7.22	164	78
		7.21	163	78
20	平均	7.26	141	79
		7.27	142	80
		7.28	141	80
		7.27	140	81
		7.27	141	80
		7.27	141	80
30	平均	7.28	127	81
		7.29	128	80
		7.29	128	80
		7.28	128	80
		7.29	129	81
		7.29	128	81
40	平均	7.39	126	83
		7.40	127	84
		7.40	126	84
		7.41	125	85
		7.41	126	85
		7.40	126	86
50	平均	7.49	127	86
		7.50	128	87
		7.50	129	88
		7.51	128	88
		7.50	129	87
		7.50	128	87

续表 1

因子深度 (cm)		pH	Eh(mV)	$\rho(\Omega \cdot m)$
60	平均	7.52	109	98
		7.52	108	99
		7.53	109	99
		7.53	109	99
		7.54	108	98
		7.53	109	99

表 2 两种破坏性测试 pH, Eh 的结果

站位	化学方法		地质方法	
	pH	Eh	pH	Eh
B ₃	7.41	236	7.41	261
B ₅	7.38	189	7.38	214
B ₆	7.46	290	7.46	320
B ₁₆	7.52	91	7.52	124
B ₁₈	7.80	71	7.26	119
B ₂₀	7.52	49	7.52	82
B ₂₉	7.74	287	7.74	231
B ₃₁	7.45	106	7.45	133
B ₃₃	7.66	73	7.56	130
B ₃₇	7.42	320	7.42	345
B ₄₆	7.59	54	7.59	200
B ₅₀	7.82	241	7.45	411
B ₅₇	7.74	305	7.74	351
B ₅₉	7.86	125	7.86	179
B ₆₃	7.64	302	7.63	376
B ₇₀	8.01	215	7.51	366
B ₇₂	7.60	103	7.49	204
B ₇₅	7.68	87	7.68	130
B ₈₀	7.56	93	7.56	129
B ₈₁	7.66	49	7.66	91
B ₈₃	7.29	275	7.29	292
B ₈₅	7.45	88	7.45	117
B ₈₆	7.44	42	7.49	88
B ₈₈	7.28	108	7.28	127

续表 2

站位	化学方法		地质方法	
	pH	Eh	pH	Eh
B ₉₀	7.34	149	7.34	133
B ₉₁	7.66	151	7.66	193
B ₉₂	7.34	331	7.34	171
B ₉₃	7.37	261	7.37	285

化;另外,在读数时间上,由于测试者的测试技术熟练程度不一,即使同一批样品,其读数时间也不会完全一致,即可能引起较大的人为误差。

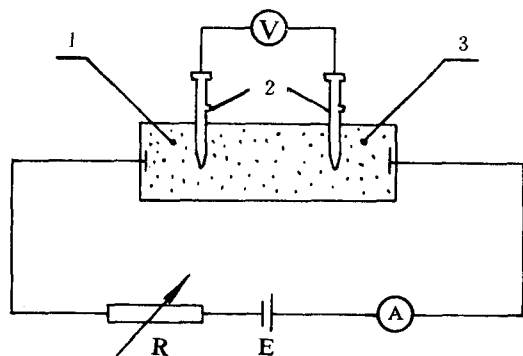


图 2 海泥电阻率四电极测试法装置

1. 电解池;2. Hg/HgCl 电极;3. 测试样品

R 为可调电阻(0—1mΩ);E 为外加电源(12V);

A 为电流表;V 为电压表

(2)原位测试:由测试管取得原状地质样品,把测试探头顺序插入测试孔〔测试孔间距相等,分布在测试管上(图1)〕,测出 pH, Eh 的系统垂直分布变化和不同深度变化的规律,为海洋地质沉积化学和海底沉积物腐蚀因子的分析提供了可靠的测试方法。在调查船上这是一种简单易行的方法。

二、电阻率的原位测试

海底沉积物的电阻率是电化学保护设计必要的参数。原位测试法可准确地测量出电阻率在不同深度的变化

和同一深度区域性的变化规律,测试装置见图1。测试设备为SY-3型袖珍数字电导仪、温度计和DJS-1型电导电极。

破坏性测试方法为四电极法,测试原理和装置见图2。此法由于海底泥是人为装入电解池的,泥在电解池中的松紧不可能完全一致,因而是阻率的测试结果误差较大。表3给出了硬质泥和软泥在三种不同装槽状态时测出的电阻率。

表 3 破坏性测试电阻率($\Omega \cdot \text{cm}$)

海 泥	自然堆放	稍加压紧	压 紧
硬 质 泥	100	80	70
软 泥	72	65	50

1. 测试过程

用海洋工程地质取样器取出海底沉积物,把原位取样管垂直插入沉积物中。迅速取出取样管随即将DJS-1型电导电极和温度补偿电极插入原位取样管的测试孔内,连接SY-3

型袖珍数字电导仪和温度计,即测得该样品的电导值,再利用下列换算公式求出电阻率。

电导率=电极常数×电导值

电阻率=1/电导率

测试结果见表1。

2. 两种测试方法的比较

(1) 破坏性测试:此法需要特制的电解槽,费工、费料,样品装入电解槽的过程中,不仅破坏了原沉积物的结构,而且引进了许多误差。在不同沉积物中电阻率变化较大,其根本原因在于电阻率的测试方法不恰当。

(2) 原位测试:原位测试克服了破坏性测试的缺点,其显著的特点是:a. 提高了测量的可靠性。该测试技术是直接在船上用取样管取样,并直接把测头插入待测沉积物中,沉积物保持原始状态(结构、水分)均不变。测出的数据真正代表实际情况;在同一层次测量多次平行数据,取平均值,故而提高了测量数据的可靠性。b. 快速、方便。因取样管同时又是测试管,不用加工电解槽,不作二次取样,省时、省工、省料。因而此技术是当前本领域研究中调查测量的最好方法。

三、结 语

海底沉积物物化性能原位测试技术,除可用于各种金属材料在海底沉积物中的自腐蚀电位、瞬间腐蚀速度的测试,以及金属材料的电耦电流、应力腐蚀、区域性电位梯度变化等腐蚀电化学的测量之外,还可用于沉积物化学和海洋工程地质的研究。

参 考 文 献

马士德等,1994,海洋科学集刊,科学出版社,35:97—104。

**CORROSION OF STEEL IN SEABOTTOM SEDIMENT VI.
IN-SITU MEASUREMENT OF CORROSION FACTORS
IN SEABOTTOM SEDIMENT ***

Zhu Sulan, Ma Shide, Huang Yanliang and Hou Baorong

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

ABSTRACT

It is very necessary to investigate the corrosiveness of ocean engineering geology and seabottom sediments, to measure the pH, Eh, ρ and corrosion electrochemical parameters of sediments. Previous measurements methods were all conducted in a test container by filling it with seabottom mud taken from a geology sampling device. The structure of the original seabottom mud was destroyed by this method as the mud was exposed in the air for sometime, and so was affected and polluted by air factors and accuracy and repeatability of the results were comparatively poor. In this in-situ method for measuring sediment corrosion factors, the measurement was conducted directly via a sensor in a corrosion factor measurement tube, containing seabottom mud from an ocean engineering geology sampling device. The shortcomings of the previous damaging methods were overcome and the new method was very valuable in practical applications.

* Contribution No. 2829 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.