

# 电连接腐蚀试验法与间浸轮 分别挂片方法的比较研究\*

侯保荣  
(中国科学院海洋研究所)

在比较和评定钢桩、钢管桩等海洋用钢的耐腐蚀性能时,目前较好的方法仍然是外海的长尺挂样,但它具有工作量大、费用高、易被损坏等缺点。为方便起见,各研究者分别采取了不同的试验方法<sup>[3-6,8]</sup>。现行的室内试验方法有的使用不太方便,有的与外海的对应性较差。作者对电连接模拟海洋钢桩腐蚀试验方法的试验装置和部分试验结果,已作过报道。继此,本文进一步介绍了该方法在青岛195天和400天的试验结果分别与青岛海区194天和广西北海市沿海400天试验结果的对照;研究了10个钢种电连接模拟钢桩试验与分别挂片试验结果的相关性;同时,把8个钢种电连接模拟钢桩试验结果与间浸轮结果进行了对比分析。

## 一、试验装置

采用已建立的模拟外海腐蚀试验装置,进行电连接模拟海洋腐蚀试验<sup>[1]</sup>。

## 二、试验方法

### 1. 电连接模拟海洋腐蚀试验方法与外海挂片对照试验

(1) 取 $6.0 \times 40 \times 63$ 毫米 $A_3$ 、 $20PCuNi$ 、 $10MnNb$ 三个钢种试片,磨光、酒精去油,安装在长7米的试验架上。试片之间间距为40厘米,同一钢种的试片之间用导线联结起来,试样挂在冶金部钢铁研究总院青岛海洋用钢试验站外海试验平台上,试样分别处于海洋大气

区、浪花飞溅区,潮差区和全浸区。实验时间自1980年9月20日至1981年4月2日,共194天。将此与本装置中195天<sup>[1]</sup>结果对照。

(2) 另取 $6.0 \times 40 \times 63$ 毫米的 $A_3$ 、 $20PCuNi$ 、 $10MnNb$ 三个钢种的试片各16块,磨光后分别安装在试验架上,放入试验槽内,试片在槽中所处的位置见图1中的(1)。每组试片之间用导线联结起来,试验时间为400天,本试验结果与广西北海市沿海400天的试验结果相对照。

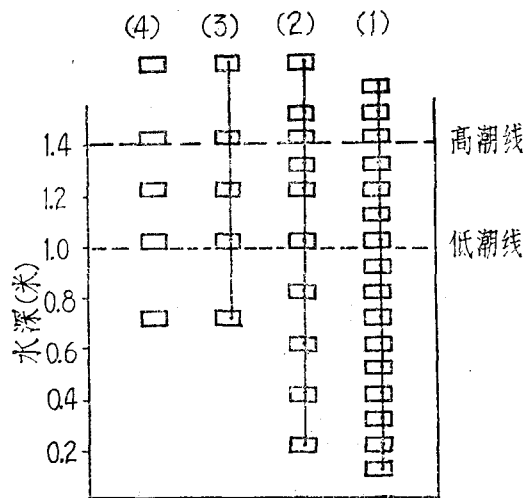


图1 试片位置

### 2. 电连接模拟海洋腐蚀试验法与分别挂片对照试验

试验钢种和编号如表1所示。将每个钢种加工为 $7.0 \times 50 \times 100$ 毫米的试片,磨光后安装在试验架上,每个钢种分别有电连接挂片和分别挂片两种,即一组试片之间用导线联结起来,在电性上构成一个整体(图1中的(3))。另一组试片分别孤悬在与电连接试片相对应的位置上。(图1中的(4)),试验时间为145天。

### 3. 电连接模拟海洋腐蚀试验法与间浸轮对照试验

试验所使用的钢种和编号如表2所示。试

\* 郭公玉、马士德同志对本工作给予热情帮助;纪明侯先生、王庆璋老师提出宝贵意见,谨致谢意。

表1 试验钢种和编号

编号	1	2	3	4	5
钢种	07 SiAlV	10 Cr <sub>2</sub> AlCu	15 <sup>1</sup> SiMnAlY	10NiCuCrAlNb	10CrNbCuY
编号	6	7	8	9	10
钢种	10CrCuAl	10 SiCrMoV	10MoWPVRe	17NiCuP	10MoWPVY

表2 试验钢种和编号

编号	1	2	3	4	5	6	7	8
钢种	10Cr <sub>2</sub> AlMo	A <sub>3</sub>	10Cr <sub>2</sub> AlMoRe	14MnNb	14NbPAI	08 PVRe	08PV	10MnPNbRe

片尺寸为4.0×50×100毫米，电连接模拟试验方法如同图1中的(3)所示。试片所使用的间浸轮每55分钟转1周，轮子下部1/4浸在海水中，轮子自转1周每个试片在海水中浸泡12分钟，试验时间共145天。

#### 4. 试样处理

试验前试片全部磨光，试验后使用20%工业盐酸加1.0%六次甲基四胺溶液在常温下酸洗除锈，用5%NaOH中和，然后用水洗净，酒精去水，干燥后求得其平均腐蚀速度。

### 三、试验结果

1. A<sub>3</sub>、20PCuNi、10MnNb三个钢种在冶金部钢铁研究总院青岛海洋用钢试验站平台上进行194天的外海电连接试验结果，如图2所示。

2. 在本试验装置中，上述三个钢种400天的腐蚀试验结果，如图3所示。

3. 8个钢种电连接挂片与间浸轮挂片腐蚀试验结果，如表3所示。

4. 10个钢种电连接挂片和分别挂片145天的试验结果，如表4所示。

### 四、讨论

1. 作为一种室内的腐蚀试验方法，首先应当考虑的条件是与外海的对应性，即该方法能否反应钢材在实际使用环境中的腐蚀规律。

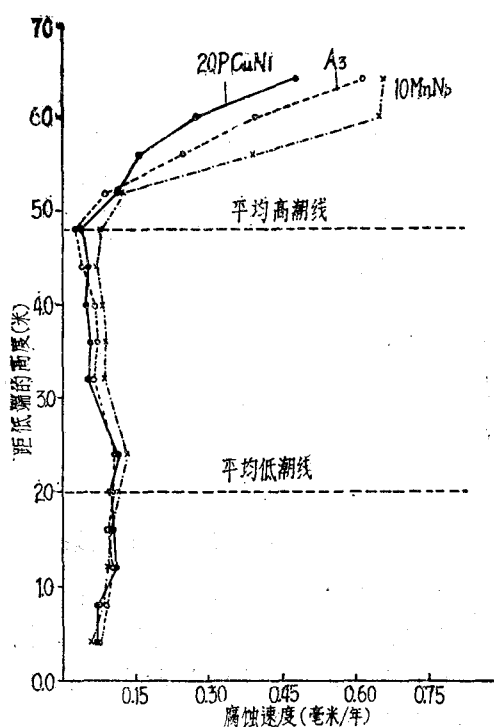


图2 几个钢种在青岛海区194天腐蚀试验结果

作者利用本装置所进行的电连接195天腐蚀试验结果<sup>1)</sup>，同在青岛海区194天长尺试验结果相一致(图2)。同时，在本装置中400天电连接试验(图3)与广西北海市沿海400天长尺挂片<sup>1)</sup>结果相一致(图4)。电连接模拟试验与外海的长尺挂片一样，所表示的腐蚀最严重的

1) 张明洋等。几种低合金钢在广西北海的长尺挂片。1980年5月在全国海洋用钢座谈会上的报告。

表3 电连接挂片与间浸轮挂片腐蚀速度比较 (毫米/年)

方 法		编 号		1	2	3	4	5	6	7	8
		位	置								
电 连 接	大气区			0.211	0.472	0.210	0.395	0.388	0.422	0.478	0.364
	飞溅区			0.764	0.878	0.804	0.799	0.809	0.673	0.784	0.713
	潮差区 <sub>r</sub>			0.206	0.333	0.144	0.277	0.287	0.352	0.327	0.288
	潮差区 <sub>r</sub>			0.113	0.326	0.127	0.307	0.187	0.297	0.327	0.346
	全浸区			0.152	0.420	0.253	0.411	0.372	0.348	0.415	0.347
间 浸 轮				0.670	0.581	0.548	0.535	0.503	0.490	0.455	0.419

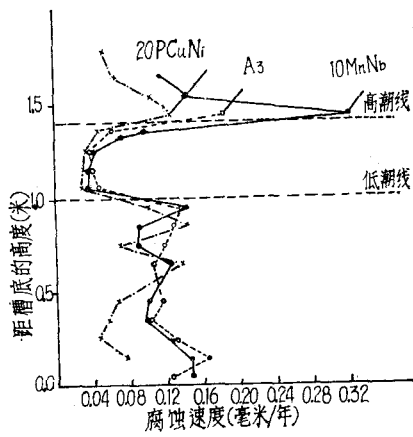


图3 三个钢种400天腐蚀试验结果

部位都在高潮线以上的浪花飞溅区，而海水周期性涨落的潮差区腐蚀较轻。同时，各种钢种在飞溅区耐蚀性的排列顺序同样都表现出20PCuNi钢具有较好的耐蚀性，A<sub>3</sub>钢次之，10MnNb钢较差。可以用这种简单方便的电连接方法代替外海长尺挂片试验，来进行海洋工程结构用钢的选材及其有关研究。

但是，我们知道海洋腐蚀是很复杂的，它与海水水质、水温、生物附着、海水污染程度等有关，本方法的试验结果与青岛海区和广西北海市沿海的试验结果相一致，但并不一定与其他海区也具有较好的重复性。例如，它与浙江舟山、天津的长尺挂样结果并不太一致。据资料介绍，Ni-Cu-P钢在美国十几个地方的试验结果分别为碳钢的0.25—14倍<sup>[7]</sup>，所以不

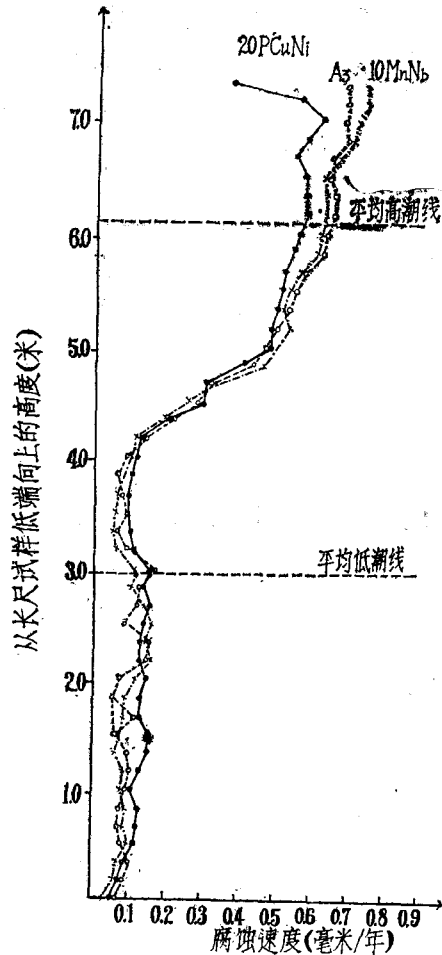


图4 不同钢种在广西北海市沿海400天腐蚀试验结果

能根据某一地区的试验结果来确定在其他海区的耐蚀性能的优劣。在评定钢种在某一海区的

表4 电连接挂片与分别挂片腐蚀速度的比较 (毫米/年)

位置	挂片方法	编号									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
大气区	电连	0.280	0.248	0.282	0.188	0.388	0.226	0.291	0.188	0.179	0.217
	分别	0.330	0.269	0.314	0.195	0.344	0.210	0.235	0.191	0.165	0.216
飞溅区	电连	0.917	0.892	0.885	0.753	0.737	0.727	0.699	0.678	0.623	0.609
	分别	1.054	0.923	0.889	0.852	0.888	0.877	0.895	0.754	0.697	0.698
潮差区 I	电连	0.318	0.313	0.267	0.287	0.280	0.258	0.218	0.220	0.265	0.226
	分别	0.778	0.607	0.726	0.716	0.598	0.797	0.778	0.435	0.501	0.461
潮差区 II	电连	0.138	0.133	0.174	0.193	0.235	0.147	0.172	0.205	0.262	0.254
	分别	0.210	0.117	0.330	0.260	0.355	0.265	0.270	0.277	0.363	0.256
全浸区	电连	0.287	0.144	0.364	0.346	0.330	0.364	0.359	0.373	0.414	0.335
	分别	0.140	0.082	0.178	0.158	0.098	0.159	0.190	0.235	0.260	0.206

耐腐蚀性能时, 最好在该地区建立模拟试验装置。

2. 利用各种形式的间浸轮测试钢材的耐腐蚀性能, 已有较多的研究。高村昭等分析了3分钟/转、20分钟/转、60分钟/转时所分别模拟的不同腐蚀环境。作者以本试验条件下的间浸轮试验与电连接模拟试验进行了对照。从表3可以看出, 间浸轮试验的腐蚀速度均大于电连接试验在大气区、潮差区和全浸区的腐蚀速度。可以说, 具有“加速腐蚀”的作用, 但未发现它们之间的对应关系。另外, 由表中还可看出, 间浸轮上试片的腐蚀速度小于电连接模拟试验法在浪花飞溅区的腐蚀速度, 同样也未见一定的对应关系。从而可知, 该试验条件下的间浸轮没有很好地模拟钢桩腐蚀的某一个区带。在使用间浸轮时应注意到这一点。

3. 表4表示10个钢种电连接和分别挂片腐蚀试验的结果。由此可见, 二者的腐蚀规律有所不同。在全浸区, 电连接挂片的腐蚀速度均大于分别挂片的。在潮差区, 电连接挂片的腐蚀速度却小于分别挂片的。这是由于宏观电池作用所造成的<sup>[2]</sup>。为了便于比较, 将潮差区试片的腐蚀情况绘图进行对照(图5)。从图中可以看出, 在潮差区, 分别挂片的腐蚀速

度为电连接挂片的1.9—3.5倍, 二者的腐蚀规律不同。由于海上采油平台、码头等钢桩设施是自然环境中的一个整体, 一般要求所使用的工程结构钢材在海洋大气区、浪花飞溅区、潮差区、全浸区和海底泥土区都具有较好的耐蚀性。据资料报道, 能够提高钢材在飞溅区耐蚀性的合金元素, 对全浸区来说, 或者对钢材影响不大, 或者降低其耐蚀性能。所以, 对钢桩用钢来说, 必须采用长尺挂片这样的方法进行研究。外海的分别挂片方法比较方便, 但它的试验结果仅适用于实际使用中在各区带处于分离状态那样的钢铁设施, 而不适用于钢桩那样

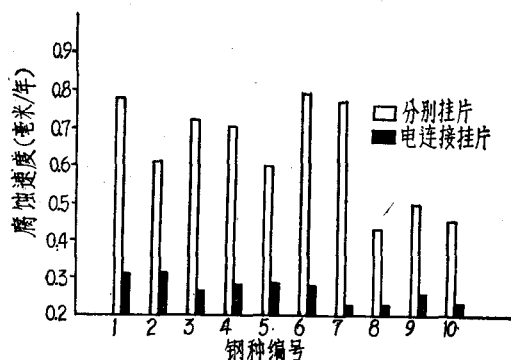


图5 电连接挂片与分别挂片在潮差区腐蚀结果比较

的构筑物。因为分别挂片与长尺挂片的腐蚀规律不一致<sup>(1)(1)</sup>，同时，不同钢种在各区带腐蚀速度大小又无明显的相关性，所以二者不能相互代替，必须分别进行研究。

## 五、结 语

1. 本方法的试验结果与青岛海区和广西北海市沿海试验结果相一致，进一步证明使用本方法的可靠性。

2. 电连接模拟方法和分别挂片各自反应了不同种类构筑物的腐蚀规律，在评定钢桩等海洋设施的耐腐蚀性能时，应当采用长尺挂样的方法。

3. 该试验条件下间浸轮的试验结果与电连接试验结果相比，未见其对应关系。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 侯保荣, 1981. 海洋科学集刊, 第18集。
- [ 2 ] 侯保荣、张经磊, 1980. 海洋科学 (4)。
- [ 3 ] 田中礼治郎、重松石削、佐藤正考, 1973. 三菱制钢技报7(2):25—35。
- [ 4 ] 牟田 徹、西正、渡边常安、寺沢 健、沟口 茂, 1968. 铁と钢 54(3):256。
- [ 5 ] 佐武二郎, 1969. 铁と钢 55(11):246。
- [ 6 ] 冈崎隆、榑本弘毅、松仓龟雄、渡边常安, 1971. 铁と钢57(11):267。
- [ 7 ] 门智、渡边常安, 1976. 防食技术 25 (3): 180。
- [ 8 ] 栗栖孝雄、久野忠一、今津 司、原田俊一, 1979. 第26回腐食防食讨论会予稿集。p36—39。

- 1) 戴钟道。陈山港油码头实桩长短尺挂样腐蚀规律研究。(未发表)

## COMPARATIVE STUDIES ON THE METHODS OF HANGING SPECIMENS CONNECTED ELECTRICALLY, INTERMITTENT IMMERSIVE WHEEL AND INDIVIDUALLY HANGING SPECIMENS

Hou Baorong

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

### Abstract

The experiment method of hanging specimen connected electrically is further introduced in this paper. The results obtained by this method from the 195 day and 400 day tests made in Qingdao area are being compared with that from the 194 day test made earlier in Qingdao and the 400 day test made along the seashore of Beihai, Guangxi province respectively. The correlation of results obtained by this method for ten steels with that from individually hanging specimen has been observed. Experiment results of 8 species of steel specimens are analysed and compared with results obtained by intermittent immerse wheel also.