

# 海洋大气及污染海洋大气对典型钢腐蚀的影响

梁彩凤<sup>1</sup>, 郁春娟<sup>1</sup>, 张晓云<sup>2</sup>

(1、钢铁研究总院 青岛海洋腐蚀研究所, 山东 青岛 266071; 2、北京航空材料研究院, 北京 100088)

**摘要:**对典型钢(碳钢 Q235 和耐候钢 09CuPCrNi)在海洋大气(麦岛)和污染海洋大气(团岛)环境中进行了 2 年的暴露腐蚀实验, 并测试了其环境的大气污染因子。结果显示典型钢在团岛的腐蚀明显地比麦岛重, 团岛的氯离子浓度几乎是麦岛氯离子浓度的 3 倍。讨论了海洋大气和污染海洋大气对典型钢的腐蚀作用的差异。

**关键词:**典型钢; 污染因子; 海洋大气腐蚀

**中图分类号:**X5      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-3096(2005)07-0042-03

随着经济建设和工业的发展, 钢的使用量逐年上升, 钢在自然环境中的腐蚀问题成为研究重点。中国海岸线较长, 海洋大气腐蚀是一个严重问题。在海滨地区, 海盐粒子污染是造成高腐蚀性的根本原因, 如青岛地区的海盐粒子沉积量是北京地区的 50 倍。腐蚀性非常严重。这方面已有较深入的研究。近年来由于工业的发展, 环境污染也日趋严重, 如二氧化硫、硫化氢等, 导致钢的严重腐蚀, 也有了较深入的研究<sup>[1-3]</sup>。而如果海洋环境中伴有严重的工业污染, 腐

蚀性将有多严重? 对这方面的研究不多。

作者通过典型钢在海洋大气环境中 2a 的暴露试验, 分析测试其环境中的污染因子, 研究分析海洋大气对典型钢腐蚀的主要影响因素及腐蚀作用。

## 1 试验材料与方法

试验所用试样碳钢(Q235)、耐候钢(09CuPCrNi)按照国标 GB/T 14165-93 统一制备, 于 2002 年 8 月投放, 试样的化学成分见表 1。

表 1 试验材料的化学成分 Tab.1 Chemical composition of the tested steels

试验材料	成分 (%)								
	C	S	P	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	Al
Q235	0.180	0.018	0.016	0.500	0.250				0.020
09CuPCrNi	0.09	0.005	0.081	0.35	0.3	0.48	0.27	0.28	0.037

海洋大气环境选择在青岛海洋腐蚀研究所海洋大气试验站(麦岛)和航空材料研究院海洋大气试验站(团岛), 环境因子测试按照大气暴晒场环境空气腐蚀物监测操作规程, 其中污染因子 NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, Cl<sup>-</sup>和降尘的测试采用连续法, 即每月采样 1 次, 每次采样时间为 1 个月。雨水分析则是根据每次的降水进行分析。暴露试验期间的测试的环境因子见表 2。

## 2 结果及讨论

收稿日期: 2005-03-21; 修回日期: 2005-05-12

基金项目: 国家科技部公益性资金资助项目

作者简介: 梁彩凤(1963-), 女, 山东青岛人, 高级工程师, 研究方向为材料的大气腐蚀, 电话: 0532-5894377, E-mail: caifeng@public.qd.sd.cn

表 2 试验环境的大气污染因子

Tab.2 Pollution factors of the atmosphere at exposure sites

试验站	连续法测量( $10^{-2}\text{mg}/(\text{cm}^2\cdot\text{d})$ )					雨水( $\text{mg}/\text{m}^3$ )			降尘( $\text{g}/(\text{cm}^2\cdot\text{m})$ )	
	$\text{NO}_2$	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{SO}_2$	$\text{NH}_3$	$\text{Cl}^-$	pH	$\text{SO}_4^{2+}$	$\text{Cl}^-$	水溶	非水溶
麦岛	0.0920	0.0605	0.4124	0.0311	0.4555	5.1150	22208	17417	2.6352	3.2927
团岛	0.1163	0.0671	0.4098	0.0271	1.2222	6.6300	61319	22895	3.1835	2.4847

### 2.1 大气腐蚀失重

裸露钢的大气腐蚀速度是较大的，特别是在海洋大气环境下，由于海岸附近的大气中含有以 NaCl 为主的海盐粒子，暴露几天后即布满黄锈，并随着时间锈蚀不断发展。表 3 列出典型钢在麦岛和团岛暴露 2a 的腐蚀率。

表 3 典型钢暴露 2a 的腐蚀率

Tab.3 Corrosion rate of carbon steel and weathering steel after 2 year exposure

试验站	时间 (月)	腐蚀率(mm/a)	
		Q235	09CuPCiNi
麦岛	6	0.0465	0.0415
	12	0.0231	0.0159
	24	0.0207	0.0119
团岛	6	0.0679	0.0438
	12	0.0335	0.0186
	24	0.0375	0.0154

从所得到的腐蚀率来看，典型钢在团岛的腐蚀明显地比在麦岛严重，说明团岛的腐蚀性较强。钢的腐蚀随污染程度而增加。这从以下的环境污染数据也可看出。

### 2.2 环境污染因子对钢大气腐蚀的影响

大气腐蚀一般被分成乡村大气腐蚀，海洋大气腐蚀和工业大气腐蚀。乡村地区的大气比较纯净；海岸附近的大气中含有以 NaCl 为主的海盐粒子；工业地区的大气中则含有  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$  和  $\text{NO}_2$  等等。一般认为，影响大气腐蚀性的主要环境因素有 3 个，第一个是温度在零度以上时湿度超过临界湿度 (80%) 的时间(润湿时间( $t$ ))；第二个是二氧化硫的含量( $p$ )；第三个是盐粒子的含量( $s$ )。

从地理位置看，麦岛试验站和团岛试验站虽然相距不远，但它们的环境有些不同。麦岛站距离海是 34 m，海拔高度 12 m；团岛站距离海 5 m。海拔高度 7 m，由此可能是造成氯离子沉积率不同的原因。

对于钢的大气腐蚀，环境的污染的确起着较大的影响，也就是说团岛和麦岛的主要环境污染因子差别是氯离子，团岛的氯离子沉积率几乎是麦岛氯离子沉积率的 3 倍(图 1)，而其他污染成分虽也有一些小差别。但都没有数量级上的差别。由于氯离子半径极小，只有  $0.181 \times 10^{-9}\text{m}$ ，对钢表面锈层的穿透能力很强，因此团岛的腐蚀性较麦岛的腐性强。

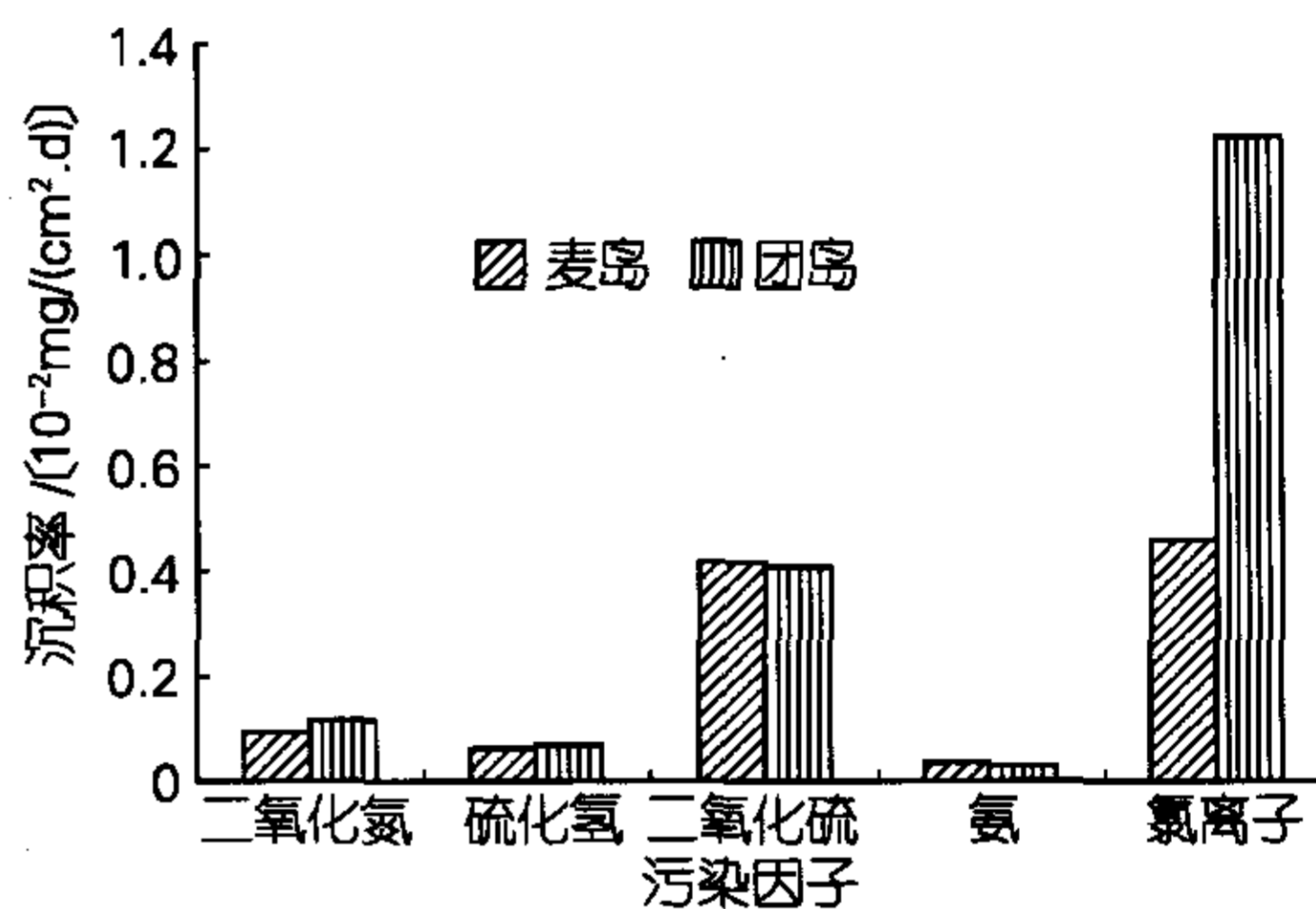


图 1 麦岛和团岛试验站污染因子比较

Fig.1 Pollution Factor comparison between Wheat Island and Tuandao island

### 3 结论

典型钢在团岛的腐蚀明显地比在麦岛严重，说明团岛的腐蚀性较强。团岛和麦岛的主要环境污染因子差别是氯离子，团岛的氯离子沉积率几乎是麦岛氯离子沉积率的 3 倍。

#### 参考文献:

[1] 侯文泰,于敬敦,梁彩凤. 碳钢及低合金钢的大气腐蚀[J]. 中国腐蚀与防护学报, 1993, 13(4):291-295.  
 [2] 梁彩凤,侯文泰. 碳钢及低合金钢 8 年大气暴露腐蚀研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 1995, 7(3): 182-185.  
 [3] Hou W, Liang C. Eight year atmospheric exposure of steels in China[J]. Corrosion, 1999, 55(1): 65-71.

## Corrosion of steels by clean and polluted marine atmosphere

LIANG Cai - feng<sup>1</sup>, YU Chun - juan<sup>1</sup>, ZHANG Xiao - yun<sup>2</sup>

(1. Qingdao Marine Corrosion Institute, Central Research Institute of Iron and Steel, Qingdao 266071, China;  
2. Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100088, China)

Received: Mar., 21, 2005

Key word: typical steel; pollution factor; marine atmosphere corrosion

**Abstract:** Typical steels (mild steel Q235 and weathering steel 09CuPCrNi) were exposed to polluted (Tuandao) and unpolluted (Maidao) marine atmosphere for two years. The result shows that corrosion of typical steels in Tuandao is more serious than that in Maidao, and that chloride content in Tuandao is three times higher than that in Maidao. The difference of the effects of polluted and unpolluted marine atmosphere on corrosion of steels were discussed.

本文编辑:刘珊珊)

---

(上接第 32 页)

## A comparative study of pitting resistance of Ni - Cr steels and Mn steels

WANG Jian - min, CHEN Xue - qun

(The College of Sciences, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

Received: Mar., 21, 2005

Key words: low alloy - steel; pitting initiation; pitting propagation; simulating occluded corrosion cell; pitting resistance

**Abstract:** Pitting resistance of two widely used types of low alloy steels (Ni - Cr and Mn) was compared by polarization test and simulating occluded corrosion cell test. The results showed that the susceptibility of nickel - chromium steel to pitting initiation was smaller lower than that of manganese steels. The rate of pitting propagation of Nickel - chromium steel was greater than that of manganese steels. In overall, The resistance of nickel - chromium steel was better than that of manganese steels in real case.

(本文编辑:张培新)