

海洋钢结构浪溅区、潮差区防腐蚀 方法的研究*

侯保荣 张经磊

(中国科学院海洋研究所)

从研究腐蚀角度来看,钢桩式构筑物在海洋环境中的腐蚀一般被划分为五个区带,即海洋大气区、浪花飞溅区、潮差区、海水全浸区和海底泥土区。为减轻其腐蚀,必须对不同部位采取相应的防腐蚀措施。在海洋大气区和海水全浸区目前所采用的保护方法,可得到满意的保护效果。潮差区平均中潮位以下的部位,可以得到同全浸区基本相同的阴极保护效果,不须采取其他特殊的防腐蚀措施^[3-6]。而浪花飞溅区和潮差区平均中潮位以上部位腐蚀最为严重,采取防腐蚀措施也比较困难。为此,不少学者特别对浪溅区、潮差区的防腐蚀方法进行了研究^[5-6]。本工作的目的是探讨当海洋钢结构的全浸区采用阴极保护时,在浪溅区和潮差区的平均中潮位以上部位采用喷铝防腐蚀时的保护效果,并同时考察了喷铝覆盖层在各种试验条件下的腐蚀行为。

试验方法

1. 试验装置与条件

采用我所已建立的电连接模拟外海的腐蚀试验装置^[2]。试验槽中所设计的潮差区为40公分,全浸区为1米,每12小时槽内出现一次高潮和低潮,它模拟了青岛海区的自然涨落潮现象。槽内设置了推板式造波机,使之在水面产生波浪。所用海水为本所海水塔所提供的青岛海滨的新鲜海水。利用该装置研究喷铝覆盖层在不同腐蚀环境中的腐蚀行为。同时,还与上海陈山码头的试验结果进行了对照,陈山码头海水水质为含盐量1%的半咸水。

2. 试片制作及处理

将 $4.0 \times 100 \times 100$ mm的 A_3 钢试片喷砂除

锈,运用气喷的方式,即喷枪中以压缩空气为动力,推动铝丝通过喷嘴,在乙炔和氧气的加热作用下形成熔融体,借压缩空气使之雾化喷射到样板表面上形成喷铝覆盖层。铝丝为 A_0 级,喷铝厚度一般为 $200-250\mu\text{m}$ 左右。喷铝试片未经处理直接使用。试验结束后,取下试片,用4% CrO_3 和10% H_3PO_4 的1:1混合液在 80°C ^[1]下除锈,然后用自来水充分漂洗干净,干燥,称重,求得腐蚀速度。

3. 试验方法

如图1所示,将试片分别安装在试验架上,试架垂直放入试验槽内。每个试片上钻有 $\varnothing 4$ mm的圆孔,然后用 $\varnothing 4$ mm的螺丝将导线压紧在试片上,使各组试片之间在电性上形成一个整体。导线和螺丝与试片接触处用环氧树脂封固,以防止它们之间的电偶腐蚀作用。试验具体内容如下:

(1) 喷铝试片在各区带的自然腐蚀速度测定

如图1(1)所示,将试片进行电连接,然后分别安装在大气区、浪花飞溅区、潮差区和全浸区。试验时间是从1979年7月16日至1980年7月15日共365天。以此来模拟测定喷铝覆盖层在海洋中各个不同环境的腐蚀速度。

(2) 喷铝试片在浪溅区和潮差区腐蚀速度的测定

如图1(2)所示,在潮差区的上部分别安装5块试片,下部连接 $2.0 \times 100 \times 1000$ mm的裸钢板。试片间及与裸钢间都用导线连在一

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第854号。

起,使之成为良好的电接触。以此来模拟浪溅区、潮差区喷铝而水下区为裸钢时,喷铝覆盖层的腐蚀速度。试验时间同上。

(3) 当潮差区为喷铝试片时,全浸区为裸钢并加阴极保护时铝腐蚀速度的测定

A. 如图1(3)所示,在潮差区安装喷铝试片,下部为 $2.0 \times 100 \times 1000$ mm裸钢试片。它们之间用导线联结,同时采用锌牺牲阳极对该系统进行保护。试验时间同上。经测定保护电位为 -900 mV左右(Ag/AgCl参比电极)。

B. 如图1(4)所示,本组试片在上海陈山码头进行试验,采用SF-3型恒电位仪进行外加电流阴极保护,控制保护电位为 -900 mV(Ag/AgCl),辅助阳极为 480×1000 mm的废钢铁。时间是从1977年10月23日至1978年4月20日,共179天。

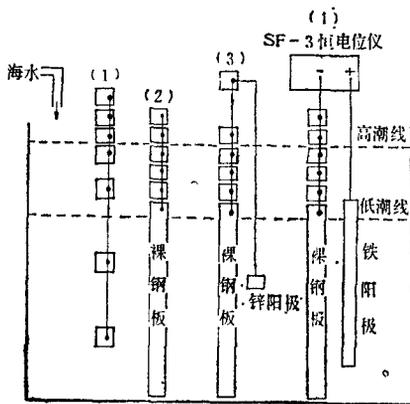


图1 试片安装

试验结果

1. 喷铝试片在本所模拟外海的腐蚀试验装置中四个不同区带的自然腐蚀速度,如图2所示。

2. 潮差区为喷铝试片,全浸区为裸钢时,喷铝试片的腐蚀速度如图3所示。

3. 潮差区为喷铝试片,全浸区为裸钢,在使用锌牺牲阳极进行阴极保护时,喷铝试片,试验结果如图4中A所示;潮差区为喷铝试片,全浸区为裸钢,外加电流阴极保护时,在上海陈山码头179天试验结果如图4中B所示。

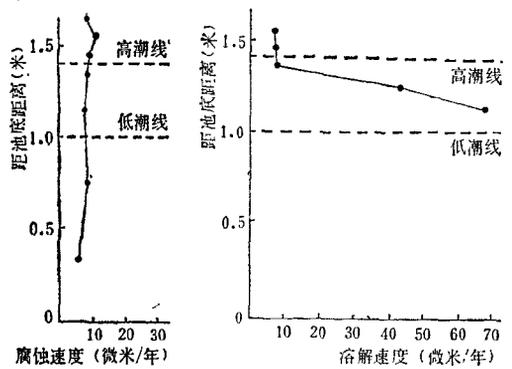


图2 喷铝覆盖层的自然腐蚀

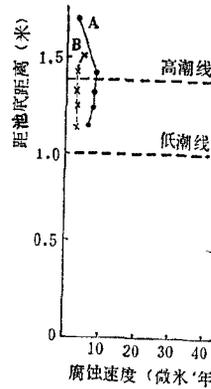


图3 全浸区为裸钢时潮差区喷铝层的腐蚀速度

讨论与结论

1. 从图2可以看出,喷铝覆盖层在海洋大气区、浪花飞溅区、潮差区和全浸区的腐蚀速度都很小,最高为 $8.4 \mu\text{m}/\text{yr}$.,最低为 $6.8 \mu\text{m}/\text{yr}$..另外,从图2也可以看出,在海洋环境的不同区带中,铝覆盖层的腐蚀规律和裸钢的腐蚀规律不同。裸钢在浪花飞溅区腐蚀最为严重,有一个明显的峰值,为全浸区的3—5倍。而喷铝覆盖层在各区的腐蚀速度比较一致,无峰值出现。如果对整个钢桩从上至下全部喷铝保护可以消除在浪花飞溅区严重腐蚀峰,而具有较好的防腐蚀效果。这样,在采用喷铝覆盖层后就不需要再采取其他的对浪花飞溅区的特殊防护措施。

在使用喷铝覆盖层保护时,由于铝表面容易生成氧化膜,因而影响了它和铁基体的结合

能力^[4,5]，所以一般要求所使用的铝丝纯度在99.5%以上。铝丝中最有害的杂质为铜和铁，当铜含量在0.05%以下时，也可以使用其纯度为99%的铝丝。

2. 由图3可以看出，在全浸区未采用阴极保护时，喷铝覆盖层在浪花飞溅区的腐蚀速度较小，而在潮差区较大，特别是在平均中潮位以下腐蚀速度更大，可达 $63.3\mu\text{m}/\text{yr.}$ 。这是由于当潮差区喷铝试片浸没在海水中时，因为它和铁的自然腐蚀电位不同，从而形成了宏观腐蚀电池，铝作为阳极而溶解，在潮差区越往下，由于浸水时间长，其腐蚀速度变得更大，在这个部位的铝覆盖层很快就失去了对钢铁的保护作用。

3. 从图4可以看出，在对海洋钢结构采用阴极保护时，若对浪花飞溅区、潮差区平均中潮位上部采用喷铝覆盖层保护，不管是在上海陈山码头的试验水池中，还是在青岛模拟外海的试验装置中，都取得了一致的结果。这主要是由于在落潮时，喷铝覆盖层虽裸露在空气中，而铝本身具有较好的耐大气腐蚀性能；在涨潮时，铝覆盖层浸于海水中，由于阴极保护电位控制在 -900mV 以上，铝覆盖层和裸钢一样，同样都受到阴极保护作用，消除了铝覆盖层和裸钢之间的宏观电池作用，因而腐蚀速度大大降低。一般说来，对海洋钢铁设施的全浸区都采用阴极保护的方法，与此相配合，在浪花飞溅区、潮差区平均中潮位以上采用喷铝覆盖层

保护，其效果是好的。它与其他方法相比，耐用时间较长，保护效果好，价格便宜，是一个可以采用的较好的方法。

由上述试验结果分析得出如下结论：

第一，对于海洋工程，如采油平台、码头等，在施工前将整个钢桩全部喷铝是一个有效的防腐蚀方法。在海洋环境的各个区带，喷铝覆盖层有良好的耐蚀性，特别是在浪花飞溅区没有裸钢那样严重的腐蚀峰。

第二，在钢桩已打入海中，而水下无阴极保护的情况下，喷铝覆盖层适于浪花飞溅区以上部位的保护，而在潮差区不易使用。

第三，如果水下部位采用了阴极保护，喷铝覆盖层保护部位可以从大气区、浪溅区一直延伸到潮差区的平均中潮位以上，并具有良好的保护效果。

参 考 文 献

- [1] 张经磊、郭公玉，1980。海洋科学 4：19—21。
- [2] 侯保荣，1980。海洋科学集刊 18：85—92。
- [3] 侯保荣，1979。海洋科学 3：42—47。
- [4] 吕戊辰，1961。防蚀ソツキと化学メツキ。日刊工业新闻社，210—239。
- [5] 长坂秀雄，1968。防錆管理 12(3)：7—12。
- [6] 笈建彦，1979。铁と钢 65(3)：461—470。

PROTECTION OF MARINE STEEL CONSTRUCTION FROM IN SPLASHING AND TIDAL ZONE

Hou Baorong and Zhang Jinglei

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

Protective properties of spray Al coating on steel piles in marine environments are investigated in this paper. It is demonstrated by experiments that (1) spraying Al coating upon steel piles in the splashing zone from top to bottom before construction is effective; (2) protection of spray Al coating may not be suitable if extended to tidal zone without cathodic protection.