

深海腐蚀试验技术

许立坤, 李文军, 陈光章

(海洋腐蚀与防护国防科技重点实验室, 洛阳船舶材料研究所青岛分部, 山东 青岛 266071)

摘要: 为了解各种金属材料与结构在深海环境中的腐蚀行为, 对深海腐蚀试验技术进行了介绍, 并对不同试验方法之间的特点进行了比较和讨论, 得出, 采用海底锚定、试样架漂浮悬挂的锚挂式深海腐蚀试验装置是一种较好的方法。

关键词: 深海; 腐蚀; 试验

中图分类号: TG174

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 3096(2005)07 - 0001 - 03

海洋约占地球表面积的 71%, 蕴藏着极其丰富的海底资源, 包括石油、天然气、各种矿物质等等。海洋资源的开发与利用具有广阔的发展前景, 对海洋经济的发展起着越来越重要的作用。然而, 海洋又是一种苛刻的腐蚀环境。钢铁等金属材料如果不采取有效的防腐蚀措施, 往往在较短的时间内就会出现严重的腐蚀。海洋船舶、石油平台、深潜器、港工设施等金属结构物在设计和使用过程中都必须考虑海洋环境的腐蚀问题。腐蚀不仅缩短了金属构件和设备的使用寿命, 大大增加维护维修的费用, 而且还直接影响这些设施或设备的使用安全。为了积累各种材料在实际使用环境中的腐蚀数据, 掌握各种材料在海洋环境中的腐蚀行为与规律, 为海洋工程及海上装备或设施的设计、选材、防护以及新材料的开发提供基础和依据, 必须进行实海环境的腐蚀试验研究。海水全浸腐蚀试验可根据试验深度不同而分成表层海水腐蚀试验和深海腐蚀试验。由于表层海水和深层海水的物理化学性质存在差异, 因此材料在深海和表层海水中的腐蚀行为也不一样。目前, 表层海水腐蚀试验已建立有标准的试验方法和技术^[1,2], 对金属材料在表层海水中的腐蚀行为与规律也已有了较深入的了解, 中国就曾开展了常用金属材料在不同海域表层海水中 16 年的腐蚀试验研究, 了解了材料和环境因素的影响规律,

积累了大量宝贵的基础数据^[3]。然而, 世界范围内深海腐蚀试验还开展的很少, 材料在深海的腐蚀数据与规律鲜有报道, 在我国深海腐蚀试验基本为空白。因此, 开展深海腐蚀试验技术研究是非常必要的。作者对深海腐蚀试验技术进行了介绍, 并对不同试验方法之间的特点进行了比较和讨论。

1 深海腐蚀试验技术

和表层海水腐蚀试验相比, 深海腐蚀试验技术要复杂得多。首先要找到合适的试验场地, 其水深应满足要求, 试验的深度可能从几百米到数千米。试验场应是敞开的, 其海水、海流、沉积物和海底能代表开阔大洋的状态。试验场应尽可能离岸上基地较近, 以便于缩短试验时的航行时间, 更好地获得岸上基地的支持。要尽可能地了解试验场的海水和海底状况, 海底应较为平坦, 便于试验装置的投放和回收。

收稿日期: 2005 - 03 - 21; 修回日期: 2005 - 05 - 15

作者简介: 许立坤 (1965 -), 男, 江西沙市人, 研究员, 主要研究方向为海洋腐蚀与防护、电化学材料、表面工程, 电话: 0532 - 5843125, E-mail: likunxu@public.qd.sd.cn

美国海军土木工程实验室曾于 1962~1970 年在加州怀尼美港西南的海底进行了材料的深海腐蚀试验（深度为 762~1 829 m）^[4]，图 1 为其所使用的深海腐蚀试验装置的示意图。这种试验装置采用坐底式试样框架，在到达深海试验场后，将试验装置投放到海底。回收时，通过声释放装置断开海底的锚固物，由上浮标将连接绳带上来，最后提起试样框架。坐底式试验装置的特点是：一个投样点只有一个海水深度，不同海水深度试验需要选择不同的试验场；由于放在海底，试样架容易受到海底沉积物的影响；要求的试验海域比较宽；海底必须平坦，以免缠绕或挂住缆绳；深海试验装置的上浮漂应放置在水面以下合适的安全深度，以免损坏。

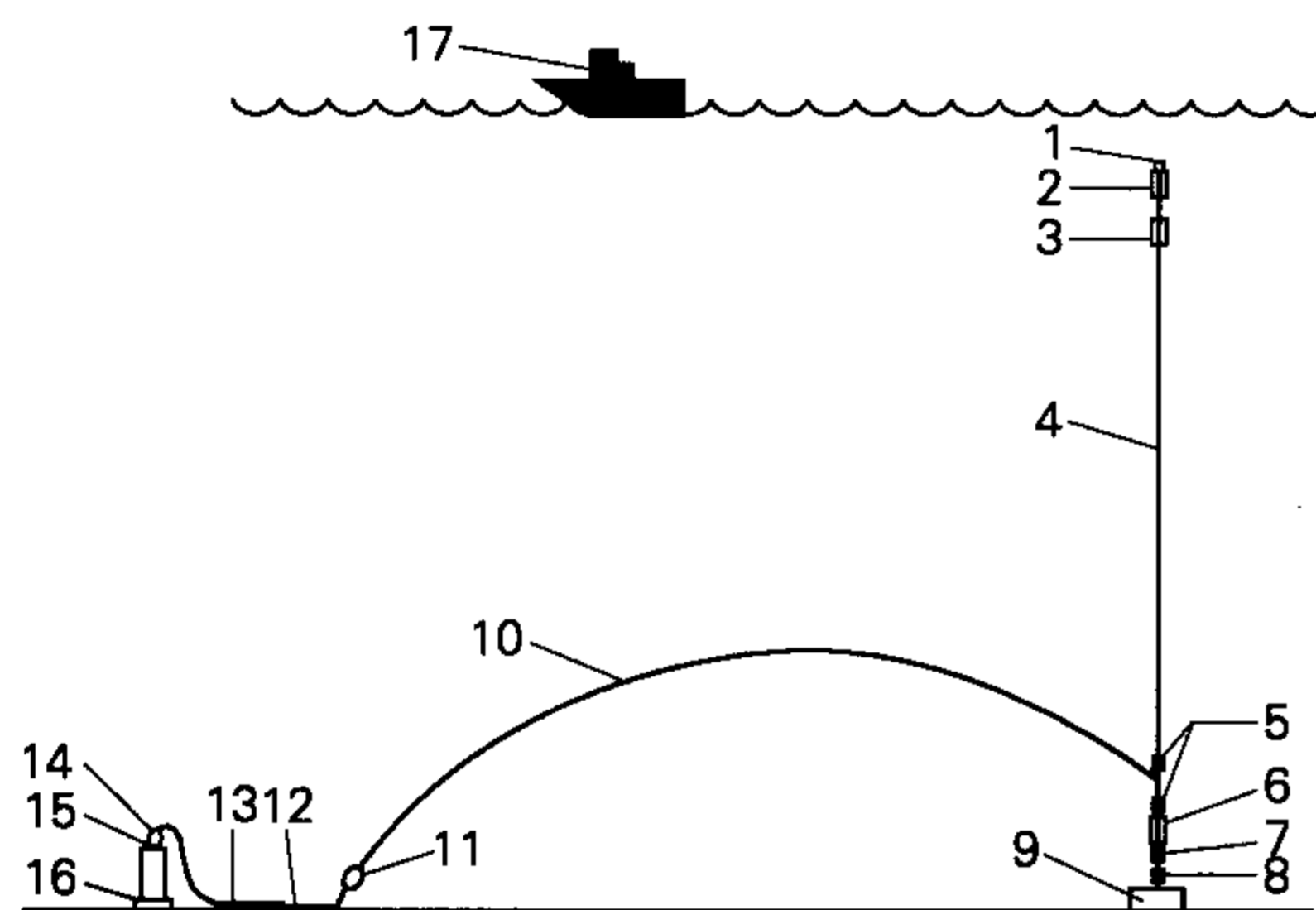


图 1 坐底式深海腐蚀试验装置示意

Fig. 1 Deep sea corrosion test system with bottom specimen test unit

1.信号装置; 2.上浮标; 3.声脉冲发生器; 4.连接绳; 5.旋转接头; 6.下浮标; 7.海流表; 8.锚释放装置; 9.锚重物; 10.连接绳; 11.旋转接头; 12.链条; 13.连接绳; 14.旋转接头; 15.声脉冲发生器; 16.试样架; 17.试验船

1 . Signal device; 2. Upper floats; 3. Acoustic pulse generator; 4. Wire; 5. Connector; 6. Lower floats; 7. Current meter; 8. Anchor release; 9. Anchor weight; 10. Connecting rope; 11. Connector; 12. Chain; 13. Rope; 14. Turning connector; 15. Acoustic pulse generator; 16. Specimen test unit; 17. Ship

印度国家海洋技术研究所印度洋开展了更大深度的海水腐蚀试验，试验深度从 500m 到 5100m。图 2 为其深海腐蚀试验装置示意图^[5]。这是一种锚挂式试验装置，其特点为：只要最大深度满足要求，

同一试验场可做不同深度的海水腐蚀试验，因此可以节省试验装置的数量；对试验场场地要求较低；试样不会被海底沉积物覆盖；但试验深度会受海流或洋流的影响。相比之下，锚挂式深海腐蚀试验装置结构更紧凑一些，试验效率也更高。

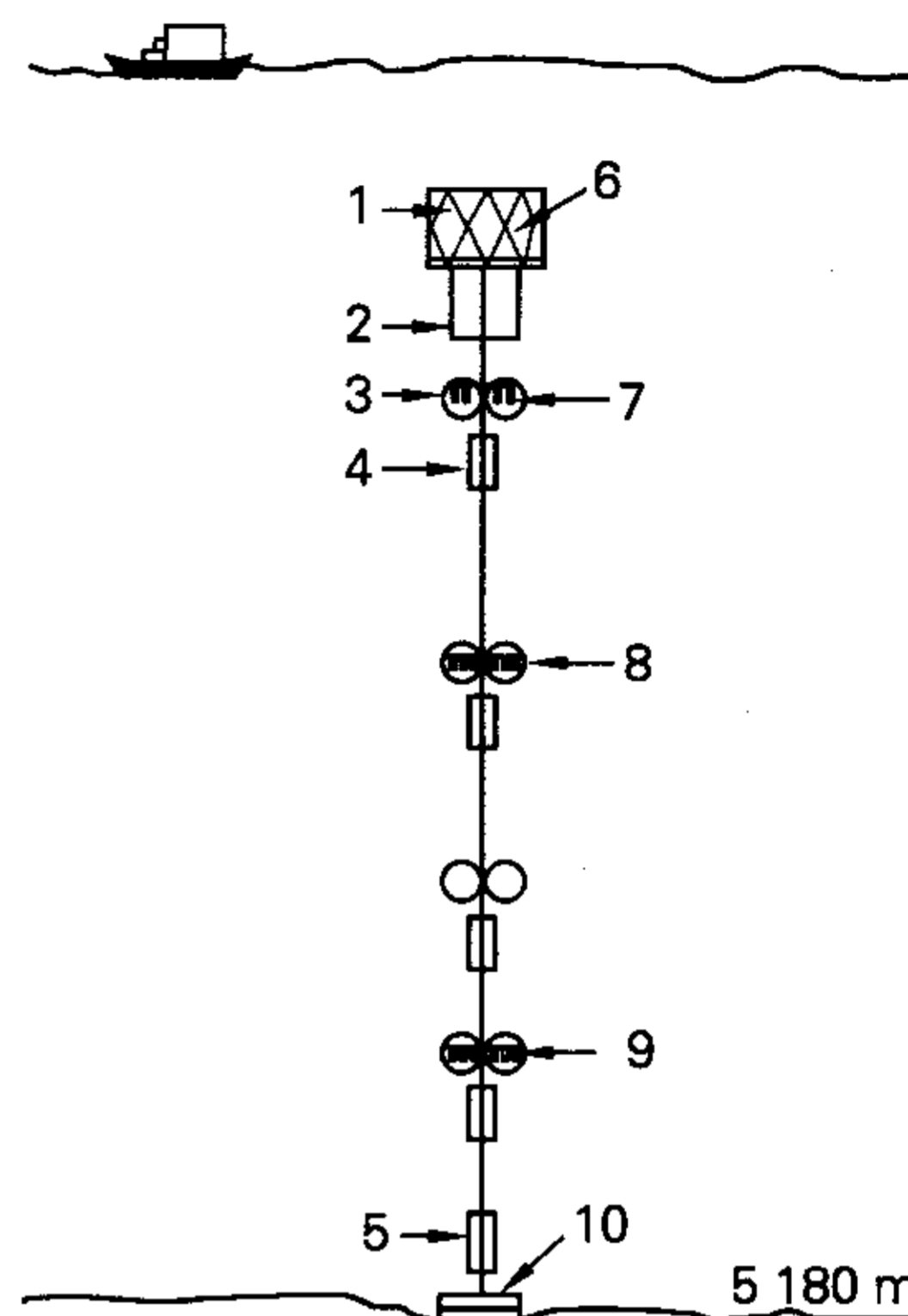


图 2 锚挂式深海腐蚀试验装置示意

Fig. 2 Deep sea corrosion test system with suspended specimen test units and anchor weight

1.水下浮球; 2.海流表(顶层); 3.浮球; 4.海流表(不同深度); 5.声释放装置; 6.500m 深处试样框架; 7.1200m 深处试样框架; 8.3500m 深处试样框架; 9.5100m 深处试样框架; 10.锚重物

1.Subsurface floats; 2.Current meter; 3.Floats; 4.Current meter at different depth; 5.Acoustic release; 6.Specimen at 500m deep water; 7.Specimen at 1200m deep water; 8.Specimen at 3500m deep water; 9.Specimen at 5100m deep water; 10.Anchor weight

深海腐蚀试验是一项高难度、高风险、高投入的研究试验工作，由于腐蚀试验通常周期较长，因此要求整个试验装置具有长期的可靠性。影响深海腐蚀试验成功的一些因素包括：（1）复杂的深海环境；（2）试验系统各部件的耐蚀性、环境适应性；（3）锚释放系统的可靠性；（4）信号系统、定位系统的有效性、准确性；（5）浮标（潜标）的可靠性、安全性；（6）其它不可预见因素等。随着海洋探测技术的发展，深海腐蚀试验装置的可靠性也将会得到不断的改善。

2 结语

(1) 海洋工程结构物的设计选材离不开实海环境的腐蚀试验数据,材料与构件在深海中的腐蚀行为与规律与表层海水中存在很大的差异。目前,表层海水腐蚀试验技术已趋成熟,并且已有标准的试验方法,而深海腐蚀试验还开展得很少,因此开展深海腐蚀试验技术研究是很有意义的。(2) 深海腐蚀试验是一项高难度、高风险、高投入的实海环境试验技术。采用海底锚定、试样架漂浮悬挂的锚挂式深海腐蚀试验装置是一种较好的方法。随着海洋探测技术及相关技术的发展,深海腐蚀试验技术将会不断得到改进提高。

参考文献:

- [1] GB5776-86, 金属材料在表面海水中常规暴露腐蚀试验方法[S].
- [2] 侯保荣. 海洋腐蚀与防护 [M]. 北京: 科学出版社, 1997. 59 - 71.
- [3] 王光雍, 王海江, 李兴濂, 等. 自然环境的腐蚀与防护[M]. 北京: 化学工业出版社, 1997. 2 - 3.
- [4] 舒马赫 M 编, 李大超, 杨荫译. 海水腐蚀手册[M]. 北京: 国防工业出版社, 1985. 262 - 267.
- [5] Venkatesan R, Venkatasamy M A, Bhaskaran T A, *et al.* Corrosion of ferrous alloys in deep sea environments [J]. *British Corrosion Journal*, 2002, 37(4): 257 - 266.

Deep sea corrosion test technique

XU Li - kun, LI Wen - jun, CHEN Guang - zhang

(State Key Laboratory for Marine Corrosion and Protection, Luoyang Ship Material Research Institute, Qingdao 266071, China)

Received: Mar., 21, 2005

Key words: deep sea; corrosion; test

Abstract: For understanding the relationship between metal materials and deep sea corrosion, this paper introduced current techniques applied in deep sea corrosion test. Different methods and their features were compared. Results show that sea bottom anchoring and floater-attached hanging are better methods.

(本文编辑: 刘珊珊)