

网络优先数字出版时间: 2015-08-26

网络优先数字出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/45.1075.N.20150826.1640.006.html>

南海海水腐蚀站站位变迁对腐蚀及生物污损的影响初探*

Preliminary Study on Corrosion and Biofouling Influenced by Position Change of the South China Sea Seawater Corrosion Station

马士德^{1,2,3}, 郭为民⁴, 赵霞¹, 王在东⁵, 侯健⁴, 严清冉⁵, 李丽娜⁵

MA Shi-de^{1,2,3}, GUO Wei-min⁴, ZHAO Xia¹, WANG Zai-dong⁵, HOU Jian⁴, YAN Qing-ran⁵, LI Li-na⁵

(1. 中国科学院海洋研究所, 山东青岛 266071; 2. 中国老教授协会海洋防腐防污专业委员会, 山东青岛 266071; 3. 中国工业腐蚀技术协会海洋防腐防污专业委员会, 山东青岛 266071; 4. 中国船舶重工集团公司第七二五研究所青岛分部, 山东青岛 266101; 5. 青岛东启机械设备有限公司, 山东青岛 266071)

(1. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong, 266071, China; 2. Marine Anti-corrosion Anti-fouling Professional Committee of China Senior Professors Association, Qingdao, Shandong, 266071, China; 3. Marine Anti-corrosion Anti-fouling Professional Committee of China Industry Anticorrosion Technology Association, Qingdao, Shandong, 266071, China; 4. Qingdao Branch of Luoyang Ship Material Research Institute, Qingdao, Shandong, 266101, China; 5. Qingdao Tony Machinery & Equipment Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266071, China)

摘要:为研究实海试验站建设存在的问题,结合南海榆林试验站 50 多年的运行情况和新建南海三亚试验站近几年的试验,对污损群落的组成变化及对金属腐蚀的影响进行初步梳理和讨论。对海港试验站及海港试验 3 点初步体会如下:(1)海洋腐蚀受污损生物左右,污损生物种类和数量对不同金属的腐蚀产生较大影响;(2)海洋腐蚀试验站不仅要考虑海域(黄海、东海、南海等),同时要考虑与污损生物有关的水体环境分类影响。在同一海区,又可因污损生物因素分为港湾型、近岸型、河口型。榆林港属于港湾型,新建的三亚站属于近岸型,榆林站的腐蚀实验结果和新站的完全不同;(3)新建海洋腐蚀试验站要进行该站海域的污损生物调查和评估,生物因素和物理、化学因素同等重要。因此,在进行实海试验时,除标明海区,还需要标明生物分类区。

关键词:污损生物 海洋腐蚀 腐蚀试验站

中图分类号: P755.3, X55 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2015)03-0202-07

Abstract: Combined with the Yulin station 50 years of trial operation and the Sanya station

收稿日期: 2015-06-08

修回日期: 2015-07-10

作者简介: 马士德(1938-), 男, 研究员, 主要从事海洋腐蚀与污损及其控制研究。

* 国家自然科学基金项目(59071040)资助。

test in recent years, changes in the composition of fouling community and influence on corrosion have been combed and discussed preliminarily in this paper. Preliminary experience of harbor test station and harbor test as follows: (1) the marine corrosion influenced by the fouling organ-

isms, fouling organisms species and quantity have great influence on the corrosion of different metals; (2) marine corrosion test station should not only consider the sea location (the Yellow Sea, the East China Sea, the South China sea and so on), and to consider the classification of fouling organisms in the environment. In the same area, the port can be divided into the harbor, nearshore and estuary according to the fouling factors. Yulin port is the harbor and the new Sanya station belonging to the nearshore. Corrosion experimental results from Yulin station and new station are completely different; (3) the biological, physical, and chemical factors are equally important in biofouling investigation and assessment of new marine corrosion test station. In the future experiment, besides sea area identification, the biological classification also needs be included.

Key words: biofouling, marine corrosion, corrosion test station

0 引言

天然海水腐蚀试验是海洋腐蚀学的基石。发达濒海国家最早开始天然海水的试验研究。20世纪30年代美国在西海岸建造了拉奎(Caque)海水腐蚀试验站^[1]。20世纪50年代,中国国家科委机械学科组腐蚀与防护分组规划建立“全国大气、海水、土壤腐蚀试验网站”。中国科学院、原六机部、交通部、冶金部等有关院所,分别在我国不同海域规划开展天然海水腐蚀的海港试验研究,相继在青岛、厦门、湛江、塘沽、舟山等港口进行海港实验^[2~5]。1958年由原机械部九局(中国船舶工业总公司前身)在海南岛三亚榆林港开始组建南海试验站。当时建站选址主要考虑海域代表性、安全可靠和便于运行管理。1980年,国家科委腐蚀学科组织相关单位及有关人员进行调查,初步确定第一批国家海水腐蚀站布点方案:黄海青岛站(原冶金部负责),东海厦门站(船舶工业总公司负责),舟山站(原冶金部负责)和南海榆林站。南海榆林试验站历经50年的运转,后因种种原因停运,并于2008年搬迁至三亚市天涯镇海滨(图1),该站位于海南岛南端北回归线以南,属于中热带海洋气候,是典型的沙坝海岸。

通常情况下,海水中钢铁结构物与海水接触的表面同时存在两个自然过程,即钢铁的腐蚀过程和污损生物的附着过程^[6]。这两个过程相互作用,但大多数情况下是污损生物附着过程控制钢铁的腐蚀过程^[7]。故而天然海水试验站的附着生物种类、数量和季节变化是非常重要的参数。海洋腐蚀中的未解问题将会在生物环境研究的过程中逐一解决^[8~10]。



图1 海南岛海水腐蚀试验站站位

Fig.1 Hainan Island marine corrosion test station bitmap

1 50年来南海榆林试验站的污损群落变化

榆林港是海南岛天然避风良港,口小,肚子大,海水波浪对港内影响不大,地处北回归线以南的热带海区,全年水温在21~33℃,平均水温在20℃以上,海水平均盐度为33%~34%,雨季(9~10月)盐度降低到26%左右,海水透明度为2~5 m,全年均有生物繁衍^[11~14]。

李潔民等^[15]于1959年2月至1962年6月在榆林港进行了3年的污损生物挂板调查,获得大型污损附着动物120多种,植物28种,但没有明显的优势种类,比较重要的有盘管虫(*Hydroides exoensis*)、螺旋虫(*Spirorbis* sp.)、加州草台虫(*Bugula californica* Robertson)、褐草台虫(*Bugula neritina* Liane)、裸囊海鞘(*Cnemidocarpa* sp.)、牡蛎(*Ostrea gigas* thunberg)、独角裂孔苔虫(*Schizoporella unicornis* Johntson)、卵形裂口苔虫(*Schizoporella ovoideu* Cann&Bassler)、粒子叶鞘(*Leptodinum mitsuk* OKA)、浒苔(*Enteromorpha prolifra*)等物种。

黄宗国等^[16,17]于1961年3月至1962年2月在榆林港进行污损生物调查,其调查结果和李潔民

等^[15]的基本相同。该区污损生物品种多、个体小,藤壶和牡蛎均为少见物种。

原六机部七院 25 所刘大洋等^[18]于 1977 年~1978 年在榆林港进行 10 种船用钢的海港腐蚀试验。全浸试验板上的主要污损生物为藤壶、牡蛎、苔藓虫、石灰虫、绿藻等,两年的附着量为 30%~60% (大型生物)。

20 世纪 90 年代笔者在试验站进行碳钢、低合金钢的腐蚀试验。全浸试验板表面污损生物主要有牡蛎、藤壶、苔藓虫、石灰虫等,3 个月试验板表面即有 80% 被牡蛎所占据。1991 年“八五计划”启动,国家基金委设立大型基金课题“天然海水环境下的腐蚀数据积累”,在该站进行一系列实验。朱相荣^[19]、黄

桂桥^[20]等曾进行过总结,得出在一年内该站的污损生物主要由苔藓虫、牡蛎、藤壶、石灰虫等组成,并完全覆盖了腐蚀挂片。

2004 年至 2010 年,青岛海洋化工研究院在榆林港的试验架上及其周围物件上发现常见种均为石灰虫(图 2)。2008 年程文华、郭为民等在该站的半年挂片试验中发现石灰虫仍为优势种(图 3)。从以上不同时期试验结果表明,该站在试验板上的污损群落,由以牡蛎为优势种的群落演化成以石灰虫为优势的群落^[21],这种污损群落的变化,可能由港湾周边工业与人口的增加对海湾海水造成污染引起,也对该站腐蚀研究造成一定影响。



图 2 南海榆林试验站从 2004 年 4 月至 2011 年 3 月实验架板上的污损生物

Fig. 2 Fouling organisms on the experiment rack plate of Yulin station from 2004.04 to 2011.03



图 3 石灰虫

Fig. 3 Calcarina

2 南海三亚试验站(新站)的污损生物群落

由三亚榆林港搬迁到三亚天涯镇海滨的南海腐蚀试验站,从海洋生物学环境分区而论,它是从港湾区跨越到近岸区(图 4)的大变化,由于海水运动的差异,污损生物群落的结构组成即有不同。该站的海洋环境特点包括:(1)热带海洋气候年平均气温为

25.5℃,年均降雨量 1279 mm,每年 5~10 月为雨季,降雨量为全年 90% 以上,11 月至翌年的 4 月为旱季;(2)日照时间长,平均年日照时间为 258 h,每年 7~10 月受热带气候和台风影响,属中度风害地区,从三亚登陆的台风平均每年 3.7 次,每次持续时间为 1~3 d,对污损生物群落造成极大破坏,高温、暴雨不利于该区污损生物群落形成;(3)不正规日潮混合潮型,每月 14 d 日潮,其余为不正规的半日潮,平均潮差约 0.8 m 左右,涨潮潮流为 28 cm/s,退潮潮流为 43 cm/s,这种流速对多数动物污损生物幼虫的附着不利^[11~14]。该站附近岸边礁石上主要污损生物为牡蛎、藤壶、海藻、苔藓虫(图 5),试验站水泥墩已浸海 7 年多,潮间带主要污损生物为牡蛎(图 6)。该区岸边礁石和实验站运行 7 年的水泥结构表面的污损生物可代表该区的稳定污损群落,也是该试验站的本底污损生物。试验站水泥构筑物潮间带区出现平板牡蛎(图 7),这种牡蛎对腐蚀影响很大。随着时间的延长,污损群落的组成还会有新的物种出现,形成试验站新的污损群落。为进一步探明试

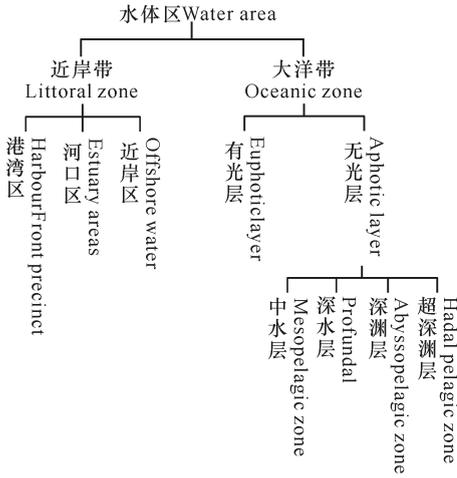


图 4 海洋污损生物水体环境分区示意图

Fig. 4 Schematic diagram of marine fouling organisms in water environment division



图 6 实验平台下部水泥面潮差区污损生物

Fig. 6 Fouling organisms of the experimental platform of the lower surface of cement tidal zone



图 5 实验池外部岸边潮间带污损生物

Fig. 5 Fouling organisms of experimental pool outside the shore intertidal zone

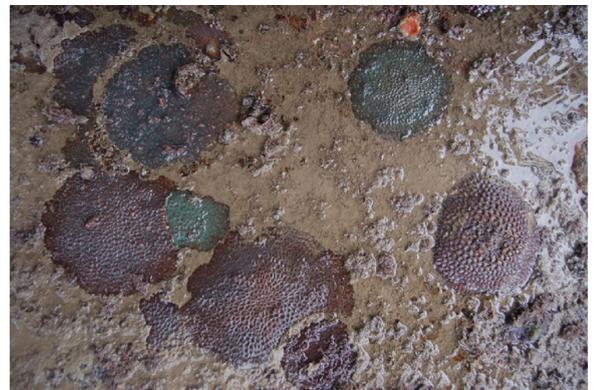


图 7 实验池周边构筑物的潮间带生物

Fig. 7 Intertidal zone organisms on structure of experiment pool

验站污损群落的形成,我们进行了一年的污损生物挂片试验(水下 1 m 左右),每个季度的污损生物见图 8。年板污损生物见图 9 和图 10。实验结果表明:南海三亚试验站比南海榆林试验站污损生物少,12 月到翌年 3 月份、3 月到 6 月、6 月到 9 月 3 个月板上可见生物极少,用生物显微镜方能发现有藤壶、苔藓虫、石灰虫、海绵等(图 11),南海三亚试验站和南海榆林试验站除了温度高和雨水大相同外,新站常处于涌浪大(无防波堤)、潮流大(40 cm/s)状态。一般污损生物幼虫难以附着,附着不牢的即可被大涌浪、强海流冲掉,特别是每年均有几次台风侵袭,狂涛巨浪冲击之处,污损生物无一幸存,因而新站的碳钢等受氧扩散控制的金属的腐蚀速率偏高,而受钝化控制的不锈钢、蒙乃尔、铝合金、钛合金等显现出耐蚀性好等优点。半年碳钢腐蚀试验结果表明,

新站潮差区半年腐蚀率比老站高约3%(图12)。原青岛麦岛腐蚀试验站初期因海况恶劣,无大型污损生物附着,后来在试验站建了防波堤,架了拦水桥,给污损生物建立了避风港,10年后逐步形成黄海近岸的污损生物群落。

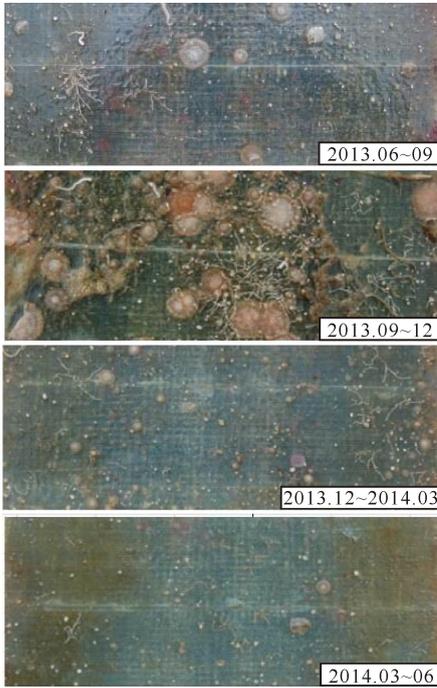


图8 南海三亚试验站一年季度生物变化示意图

Fig.8 Biological changes of Sanya station for 1 year



图9 南海三亚试验站年板污损生物示意图

Fig.9 Annual fouling organisms of Sanya station



图10 年板主要大型生物

Fig.10 Large organisms



图11 镜检微生物

Fig.11 Microscopic examination

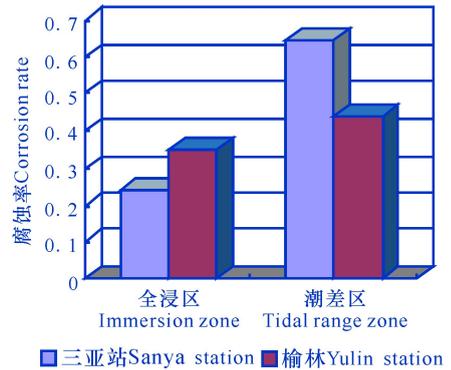


图12 Q235钢在南海试验站半年试验的腐蚀率

Fig.12 Corrosion rate of Q235 steel in the South China Sea corrosion station in half year

3 结论

海洋腐蚀易受其污损生物左右,污损生物种类和数量对不同金属的腐蚀产生不同影响,生物因素和物理、化学因素同等重要。因此,新建海洋腐蚀试验站不仅要考虑海域(黄海、东海、南海等),同时要考虑与污损生物有关的水体环境分类的影响,进行该站海域的污损生物调查和评估。在进行实海实验报告时,除标明海区,还需要标明生物分类区。在同一海区,又可因污损生物因素分为港湾型、近岸型、河口型。

(1)海港型试验站:早期实际海腐蚀试验多选择风平浪静、便于管理、试片不易丢失的港湾,因而海湾试验又有港湾试验之说。港湾通常是来自异地的船只停靠给该海湾带来新的物种,也是多种生物的集结地,食物链丰实,污损生物种类多,在生物学分类中称为港湾型。我国20世纪90年代以前的天然海水挂片试验均为此类,麦岛试验站、舟山试验站、厦门试验站(老站)除外。

(2)近岸型试验站:三亚新站和麦岛海洋腐蚀试验站均为近岸型试验站。在岸边重新建造水泥和钢铁设备,为挂片实验提供条件。实验设备上形成生

物群落后,方能在实验板上形成同类污损生物群落,而且首先是固着类,能抗一定的风浪冲击,通常比港湾区的污损生物少,成长慢,在生物学分区中称之为近岸区。

(3)河口区试验站:舟山试验站和厦门鼓浪屿试验站,一个受长江水的影响,一个受九龙江水的影响。该区主要是盐度的变化,通常是低盐度的污损生物种群繁殖,生物学分类为河口区。

国家海水腐蚀南海试验站——三亚天涯镇站属近岸型,其腐蚀数据与老试验站榆林港不同,有不同的规律,需进行5年以上的实海实验,才能找出该区大型污损生物种类、数量、变化规律以及对不同金属材料腐蚀的影响规律。

致谢:

污损生物由中国科学院海洋研究所分类室专家鉴定,在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 曹楚南. 中国材料的自然环境腐蚀[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
Cao C N. Natural Environmental Corrosion of China Materials[M]. Beijing:Chemical Industry Press,2005.
- [2] 中国科学院海洋研究所金属腐蚀组,北京钢铁研究腐蚀组. 四种钢材海港腐蚀试验[J]. 海洋科学,1979(4):16-20.
Institute of Oceanology,Chinese Academy of Sciences, Beijing Iron & Steel Research Institute. Four kinds of steel harbor corrosion test[J]. Marine Sciences,1979(4):16-20.
- [3] 洛阳铜加工厂中央实验室,中国科学院海洋所腐蚀组. 部分国产铜合金在湛江港的试验报告[J]. 海洋科学,1981(3):7-10.
Luoyang Copper Processing Plant of Central Laboratory,Institute of Oceanology,Chinese Academy of Sciences. Test report of some domestic copper alloy in Zhanjiang Port[J]. Marine Sciences,1981(3):7-10.
- [4] 马士德. 藤壶对低合金钢腐蚀影响的研究[J]. 海洋通报,1985(6):45-47.
Ma S D. Study on the influence of *barnacles* on low-alloy steel corrosion[J]. Marine Science Bulletin,1985(6):45-47.
- [5] Ma S D. Effect of *Barnacles* of local corrosion of stainless steel[J]. Marine Science,1992(4):7-10.
- [6] 马士德. 金属/海水界面两个主要过程的关系[J]. 海洋湖沼通报,1979(2):85-89.
Ma S D. The relationship of two main processes on metal seawater[J]. Transactions of Oceanology and Limnology,1979(2):85-89.
- [7] 马士德,李伟华,孙虎元,等. 海洋腐蚀的生物控制[J]. 全面腐蚀控制,2006,20(3):5-10.

- Ma S D,Li W H,Sun H Y,et al. The biological control of ocean corrosion[J]. Total Corrosion Control,2006,20(3):5-10.
- [8] 舒马赫. 海水腐蚀手册[M]. 李大超,杨荫,译. 北京:国防工业出版社,1985.
Schumacher M. Seawater Corrosion Handbook[M]. Li D C,Yang Y, translated. Beijing:National Defense Industry Press,1985.
- [9] 马士德,谢肖勃,黄修明,等. 藤壶附着对海水中金属腐蚀的影响[J]. 中国腐蚀与防护学报,1995,15(1):74-78.
Ma S D,Xie X B,Huang X M,et al. The effect of *barnacle* adhesion on metal corrosion in seawater[J]. Journal of Chinese Society for Corrosion and Protection,1995,15(1):74-78.
- [10] 苏纪兰,秦蕴珊. 当代海洋学科前沿[M]. 北京:学苑出版社,2000.
Su J L,Qin Y S. Advances in Modern Marine[M]. Beijing:Xueyuan Press,2000.
- [11] 陈志强,张海生,刘小涯. 三亚湾和榆林湾海水溶解态Cu、Pb、Zn、Cd、Cr的分布[J]. 海洋环境科学,1999,18(2):31-37.
Chen Z Q,Zhang H S,Liu X Y. Distributions of the dissolved trace metals (Cu,Pb,Zn,Cd and Cr)in Sanya and Yulin Bay,Hainan[J]. Marine Environmental Science,1999,18(2):31-37.
- [12] 陈志强,张海生,刘小涯. 海南三亚近岸海域水化学要素的分布特征和变化规律[J]. 海洋环境科学,1998,17(2):59-63.
Chen Z Q,Zhang H S,Liu X Y. Distribution characteristics and change law of the key elements in the coastal water of Sanya Bay,Hainan[J]. Marine Environmental Science,1998,17(2):59-63.
- [13] 黄金森. 海南岛南岸及西岸的珊瑚礁海岸[J]. 科学通报,1965,1(1):85-87.
Huang J S. The south of Hainan Island and the western coast of Coral Reef Coast[J]. Chinese Science Bulletin,1965,1(1):85-87.
- [14] 唐永奎. 海南岛海岸生态平衡[J]. 科学通报,1982,1(6):49-56.
Tang Y L. Hainan island's coastal zone and ecological balance[J]. Chinese Science Bulletin,1982,1(6):49-56.
- [15] 李洁民,黄修明,黎国珍,等. 中国几个主要海港附着生物生态的研究[J]. 海洋与湖沼,1964,6(4):371-408.
Li J M,Huang X M,Li G Z,et al. Study on the main harbor Chinese several attached biological ecology [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica,1964,6(4):371-408.
- [16] 黄宗国,蔡如星. 榆林港的附着生物及其与厦门港的比较[J]. 厦门大学学报(自然科学版),1962(3):176-188.
Huang Z G,Cai R X. On the fouling organisms of Yulin Harbour in comparison with those of Amoy Har-

- bour[J]. Journal of Xiamen University, 1962(3): 176-188.
- [17] 黄宗国, 蔡如星. 海洋污损生物及其防除[M]. 北京: 海洋出版社, 1984.
Huang Z G, Cai R X. Marine Fouling Organisms and Control[M]. Beijing: Maritime Press, 1984.
- [18] 刘大杨. 十种船体结构钢的海水腐蚀行为[J]. 材料开发与应用, 1986(4): 26-35.
Liu D Y. Seawater corrosion behavior of ten kinds of hull structure steel[J]. Development and Application of Materials, 1986(4): 26-35.
- [19] 朱相荣. 金属材料的海洋腐蚀与防护[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
Zhu X R. Marine Corrosion and Protection of Metal Materials [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 1999.
- [20] 黄桂桥. 不锈钢在海水飞溅区的腐蚀行为[J]. 中国腐蚀与防护学报, 2002, 22(4): 20-25.
Huang G Q. Corrosion of stainless steels in seawater splash zone[J]. Journal of Chinese Society for Corrosion and Protection, 2002, 22(4): 20-25.
- [21] 严涛. 琼东近海浮标污损生物研究[J]. 湛江海洋大学学报, 1998, 18(4): 35-38.
Yan T. Fouling organisms on offshore buoys in Qiongdong waters, the northern south China sea[J]. Journal of Zhanjiang Ocean University, 1998, 18(4): 35-38.

(责任编辑: 陆雁)

投稿指南

1 来稿要求

1.1 稿件要素

稿件内容必须包括: 题目、作者姓名、作者所在单位、所在省份和城市、邮政编码、中文摘要、关键词、英文题目、作者英文姓名、作者英文单位、英文摘要、英文关键词、正文、致谢(非必选)、参考文献等内容。

1.2 题目

应以简明、确切的语言反映稿件的重要思想和内容, 一般不超过 20 字。

1.3 作者与单位

多位作者姓名用逗号隔开。所有作者均须注明所在单位全称、省份城市及邮编。

1.4 汉语姓名译法

姓在前名在后, 姓用大写字母, 名首字母大写, 双名字中间加一短线(如: 欧阳奋发, OUYANG Fen-fa)。

1.5 中、英文摘要

用第三人称撰写, 应完整准确概括论文的实质性内容, 试验研究论文摘要须标注【目的】……【方法】……【结果】……【结论】4 个要素。英文摘要与中文摘要内容相对应(Abstract: 【Objective】……【Methods】……【Results】……【Conclusion】)。

1.6 首页脚注标识要素

资助项目, 项目名称(项目编号)。作者简介包括: 姓名(出生年-), 性别, 学位, 职称或职务, 主要研究方向。如有通讯作者, 请注明×××为通讯作者, 包括: 姓名(出生年-), 性别, 学位, 职称或职务, 主要研究方向, E-mail。

1.7 稿件正文

试验研究论文应包括引言、材料与方法、结果与分析、讨论(非必要项)、结论等要素。引言须标注【研究意义】……【前人研究进展】……【本研究切入点】……【拟解决的关键问题】……等基本内容, “讨论”与“结论”部分须分开阐述。各层次标题用阿拉伯数字连续编号, 如 0; 1, 1.1, 1.1.1; 2, 2.1, 2.1.1……层次划分一般不超过 3 级。

1.8 参考文献

所有类型的中文文献须对应翻译成英文。编排格式如下:

- [1] 陈宝玲, 宋希强, 余文刚, 等. 濒危书科植物再引入技术及其应[J]. 生物学报, 2010, 30(24): 7055-7063.
Chen B L, Song X Q, Yu W G, et al. Re-introduction technology and its application in the conservation of endangered orchid[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(24): 7055-7063.

1.9 图和表

稿件可附必要的图和表, 表用三线表表示, 忌与文字表述重复, 表的主题标题要明确。图表名、图表注及图表中所有的中文须有英文对照。图要大小适中, 清晰, 标注完整; 照片尽量选用黑白照片。

1.10 量和单位

量名称及其符号须符合国家标准, 采用法定计量单位(用国际通用符号, 如面积单位“亩”换算成“公顷 hm^2 ”)。书写要规范化, 并注明外文字母的大小写、正斜体及上下角标。容易混淆的字母、符号, 请特别注明。

2 注意事项

2.1 本刊已开通网络投稿系统, 投稿请登陆 <http://gxkx.cbpt.cnki.net/>, 使用网上投稿和查稿系统。我刊审稿周期为 1 个月, 1 个月未收到审稿结果可另投他刊。

2.2 稿件一经采用, 酌收版面费; 刊登后, 付稿酬含《中国学术期刊(光盘版)》、中国期刊网、万方数据网及台湾华艺 CEPS 中文电子期刊服务网等网络发行的稿酬, 同时赠送样刊 2 本。

2.3 本刊入编《中国学术期刊(光盘版)》、中国期刊网、万方数据网及台湾华艺 CEPS 中文电子期刊数据库并已签订 CNKI 优先数字出版合作协议。

2.4 囿于人力、物力有限, 本刊只通过期刊采编系统发送“稿件处理意见”, 如需纸质意见, 请向编辑部索取。