

## 工程材料及装备海洋环境腐蚀与防护团队



**团队负责人：** 王 贵 教授/博士；机械工程硕士生导师

**社会兼职：** 湛江市十三届政协常委

广东省党外知识分子联谊会理事，湛江市党外知识分子联谊会名誉会长

中国腐蚀防护学会会员、广东省腐蚀防护与表面工程学会副会长

广东省机械工程教指委委员，工程训练教指委委员

**E-mail:** 13828230363@163.com

**电话：** 13828230363

### 团队成员

人员类别	姓名	出生年月	性别	职称/学位	主要工作	工作性质
骨干成员	邓培昌	1975.04	男	副教授/博士	海洋环境材料腐蚀电化学研究	专职
骨干成员	胡杰珍	1978.06	女	副教授/博士	海洋环境金属材料腐蚀机理研究	专职
骨干成员	田玉琬	1990.10	女	讲师/博士	防腐蚀机理与材料研究	专职
骨干成员	文成	1989.04	男	讲师/博士	高性能金属材料研究	专职

骨干成员	耿保玉	1984.02	男	讲师/博士	金属凝固态研究	专职
骨干成员	习小慧	1986.08	女	讲师/博士	海洋工程用钢材设计	专职
骨干成员	王金亮	1988.10	男	讲师/博士	海洋工程用高强钢研究	专职
骨干成员	吴敬权	1981.09	男	实验师/硕士	仪器维护及保障	专职

### （一）团队研究平台条件

（1）2010 年 建立“工程材料及装备海洋环境腐蚀与防护实验室”；

（2）2015 年 获批“广东省海洋装备制造技术工程技术研究中心”，“工程材料及装备海洋环境腐蚀与防护湛江市重点实验室”；

（3）2017 年“湛江大气环境腐蚀试验站（东海岛）”通过科技部“国家材料环境腐蚀平台（网）”专家组验收，纳入“国家材料环境腐蚀平台”；

（4）2018 年 与交通部中交四航局共建“湛江海水试验场（湛江霞山码头）”；

（5）2021 年 与湛江电力有限公司、华南理工大学共建“南海生物污损腐蚀试验基地（调顺岛）”。

经过 10 余年的建设发展，实验室基本建成了较完备的实验、分析、测试等研究平台：

**A. 实验室空间资源丰富：**工程材料及装备海洋环境腐蚀与防护实验室研发面积超过 2000 m<sup>2</sup>，其中，第三实验楼实验室面积约 400 m<sup>2</sup>，工训中心加工材料加工操作面积约 600 m<sup>2</sup>，东海岛材料腐蚀曝晒场和实海加速实验平台约 600 m<sup>2</sup>，调顺岛“南海生物污损腐蚀试验基地面积约 400m<sup>2</sup>。

**B. 腐蚀研究相关仪器设备丰富** 仪器设备原值 500 万元以上：

金属腐蚀环境模拟装置：实海加速腐蚀试验箱、冲刷腐蚀实验设备、大气腐蚀暴晒场、海洋生物污损评价装置、循环盐雾腐蚀

试验箱、周浸腐蚀试验箱、微机控制应力腐蚀试验机；

电化学分析测试装置：电化学工作站、NI 阵列电极腐蚀测试系统；

材料分析表征装置：扫描电子显微镜（配 EDS 能谱仪）、XRD、多功能镀膜仪、立体显微镜、金相显微镜；

其它实验装置：多功能镀膜仪、Comsol 腐蚀仿真软件。



1 湛江大气腐蚀试验站全景



图 2 湛江大气腐蚀试验站暴露场



图 3 试验站实海加速腐蚀试验装置



图 4 试验站海水冲刷腐蚀试验装置



图 5 桌上型扫描电子显微镜  
(SH5000M) + 增强型能谱仪



图 6 微机控制应力腐蚀试验机



图 7 电化学工作站

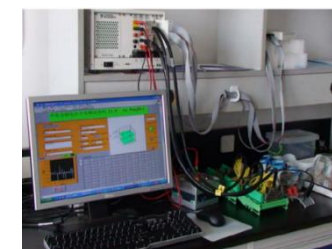


图 8 NI 阵列电极腐蚀测试系统



图 9 德国/蔡司体视显微镜



图 10 奥林巴斯金相显微镜



图 11 循环盐雾腐蚀试验箱



图 12 周浸腐蚀试验箱



图 13 X 射线衍射分析仪 (XRD)



图 14 承办第四届海洋材料腐蚀防护大会

## (二) 团队研究方向

实验室根据腐蚀科学发展的特点以及地方海洋产业发展的需要，结合自身的优势和基础，凝练形成了 3 个稳定的研究方向。

### (1) 工程装备材料南海海洋环境下腐蚀数据积累及腐蚀机理研究

海洋环境是一个特定的极为复杂的腐蚀环境，处于海洋大气区、浪花飞溅区、潮差区、海水全浸区和海泥区等不同海洋腐蚀区带

的海洋工程装备材料，其腐蚀行为、机理不同；处于相同区带，也因具有不同环境因素（温度、湿度、盐度、海流、微生物）具有差异较大的腐蚀行为与机理。不同环境中材料腐蚀的行为与机理是腐蚀科学研究的重要部分，也是开展腐蚀防护技术开发的基础。

实验室在湛江东海岛建设了“海洋大气腐蚀曝晒场”，在湛江硇洲岛设立了“海洋飞溅区、潮差区和浸没区腐蚀挂样点”，试验区配备有较完善的大气环境监测装置，实验室购置了腐蚀分析仪器，并正在研发腐蚀数据实时现场监测装置等，为“腐蚀数据积累及腐蚀机理研究”提供设施保障。

## **（2）南海海洋环境工程装备材料腐蚀评价方法研究**

随着南海开发的需要，大量海工设施和装备设计制造需要南海特定海洋环境对材料腐蚀影响的数据。在海洋环境中建立腐蚀实验站进行自然环境暴露实验是目前世界上普遍采用的有效实验方法，但实验周期长，难以满足新材料、新工艺等的迫切需要。针对南海海洋环境开展“工程装备材料腐蚀评价方法研究”具有重要的科学意义和应用价值。结合实验室条件和团队优势研发了“实海加速腐蚀实验装置”、“海洋温跃层模拟装置”、阵列电极多通道采集装置、实海管流冲刷实验装置、大气腐蚀监测装置等具有“海洋特色”的腐蚀评价设备，为从事本方向研究提供设备基础。

## **（3）工程装备材料腐蚀与防护科学技术开发与咨询服务**

从事南海海洋环境中工程装备材料腐蚀与防护的研究目的是促进腐蚀科学发展，满足南海周边经济发展需求。实验室把“腐蚀与防护科学技术开发与咨询服务”作为重要的研究方向，其目的是为解决技术问题、服务地方经济，使科学技术快速转化为生产力。为此实验室同宝钢湛江钢铁、中国南方电网、南海舰队、华能南山岛风电站、巴斯夫化工等众多企业进行了深入合作，为其完成了多项科技服务项目。

## **（三）团队研究成果**

### **1、团队近年承担的主要项目**

（1）严酷海洋环境实海加速腐蚀试验研究及腐蚀数据积累（2014.06-2018.12），国家材料环境腐蚀平台项目，20万元，主持人：王贵。

- (2) 基于阵列电极技术研究 E690 钢在海洋温跃层中的腐蚀行为及机理研究 (51801033, 2019.01-2021.12), 国家自然科学基金, 25 万, 主持人: 胡杰珍
- (3) 热带海洋环境下混凝土高强耐蚀钢筋腐蚀行为机理研究 (2014CB643300, 2014.01-2017.01), 国家 973 计划课题子项目, 15 万, 主持人: 胡杰珍。
- (4) 热带海洋大气薄液膜下 AerMet100 超高强钢的应力腐蚀行为及机理研究 (2015A0313619, 2015.08-2018.08), 广东省自然科学基金, 10 万, 主持人: 胡杰珍。
- (5) 海洋大气环境下工程装备及材料腐蚀规律及预警机制研究 (2017.06-2020.06), 广东海洋大学创新强校项目, 60 万, 主持人: 王贵。
- (6) 新型钢材耐蚀性能快速评价方法研究 (2015A02024, 2016.01-2017.12), 湛江市科技计划项目, 10 万, 主持人: 邓培昌。
- (7) 湛江钢铁大气环境腐蚀监测及钢板锈蚀相关性研究 (2015.09-2017.06), 宝山钢铁股份有限公司, 48 万, 主持人: 王贵。
- (8) 海南联网系统输变电设备设施腐蚀危害及防范措施研究 (2015.03-2017.06), 中国南方电网超高压输电公司广州局, 32 万, 主持人: 王贵。
- (9) 湛江雨季气候条件下钢材腐蚀试验方法研究 (2016.03-2017.06), 宝山钢铁股份有限公司, 25 万, 主持人: 王贵。
- (10) 激光熔覆材料耐海水冲刷腐蚀性能研究 (2017.07-2018.03), 中国人民解放军 91872 部队技术服务协议, 14.8 万, 主持人: 王贵。
- (11) 湛江油库典型仪表腐蚀与控制研究 (2019.12-2021.03), 中国石化管道储运有限公司, 26 万, 主持人: 邓培昌。
- (12) 国家材料环境腐蚀野外科学观察研究平台项目, 2018 年度湛江大气试验站基本运行经费, 7 万, 主持人: 王贵。

- (13) 海洋环境钢铁材料加速腐蚀试验方法研究 (2017.09-2018.12), 北京科技大学委托项目, 4.5 万, 主持人: 胡杰珍。
- (14) 典型金属材料在热带海洋环境下腐蚀机理研究及测试 (2017.04-2021.12), 北京科技大学委托项目, 4.87 万, 主持人: 田玉琬。
- (15) 热带海洋环境下钢筋腐蚀的快速评价方法及相关性研究 (2017.06-2018.06), 北京科技大学委托项目, 4.3 万, 主持人: 田玉琬。
- (16) Cr 系钢筋混凝土在典型海洋环境下腐蚀机理研究及测试 (2017.06-2019.06), 北京科技大学委托项目, 4.03 万, 主持人: 田玉琬。
- (17) 耐候钢材在热带海洋环境下腐蚀测试 (2019.05-2023.05), 中国科学院金属研究所委托项目, 4.2 万, 主持人: 吴敬权、王贵。
- (18) 涂层材料在热带海洋环境下腐蚀测试 (2018.07-2020.07), 北京科技大学委托项目, 2 万, 主持人: 吴敬权、王贵。
- (19) 农业生态环境保护-渔业节能减排 (2016.10-2017.12), 农业部渔业渔政管理局, 12 万, 主持人: 王贵。
- (22) 海军舰船装备防腐蚀工程管理技术体系研究 (2016.06-2017.12), 海军南海舰队委托项目, 14.8 万, 主持人: 王贵。

## 2、团队近年发表的论文:

- [1]C Wen, Y Zhang, C X Wang, D Z Xue, Y Bai, S Antonov, L H Dai. Machine learning assisted design of high entropy alloys with desired property. *Acta Materialia*, 2019,170:109-117 (JCR 1区)
- [2]Y W Tian, M Liu, X Q Cheng,C F Dong, G Wang, X G Li. Cr-modified low alloy steel reinforcement embedded in mortar for two years: Corrosion result of marine field test. *Cement and Concrete Composites*, 2019, 97:190-201 (JCR分区1区)
- [3]Tian Y W, Wen. C, Dong C F. et al. An Intelligent Corrosion Inhibitor Based on pH-sensitive poly(2-diethylaminoethyl methacrylate) Microspheres[J]. *International journal of electrochemical science*, 2019,14 : 8506-8513. (JCR 分区 4 区)
- [4] J Z Hu, P C Deng, X G Li, J B Zhang, G Wang \*. The Vertical Non-Uniform Corrosion of Reinforced Concrete Exposed to the Marine Environment[J]. *Construction and Building Materials*, 2018,183:180-188. (JCR 分区 1 区)
- [5] Y.W. Tian, C.F. Dong, X.Q. Cheng, G Wang, K Xiao. The micro-solution electrochemical method to evaluate rebar corrosion in reinforced

concrete structures[J]. Construction and Building Materials, 2017,151:607-614 (JCR 分区 1 区)

[6] Y.W. Tian, C.F. Dong, G Wang, X.Q. Cheng, X G Li. Zn-Al-NO<sub>2</sub> layered double hydroxide as a controlled-release corrosion inhibitor for steel reinforcements. Materials Letters, 2019, 236: 517-520 (JCR 分区 2 区)

[7] 胡杰珍, 王贵, 连亚丽, 邓培昌, 刘泉兵, 胡欢欢. 绿色磷化处理方法研究[J]. 涂料工业, 2017, 47(4): 72-77.

[8] 胡欢欢, 邓培昌, 胡杰珍, 王贵\*, 黎祖欢. 基于电化学噪声技术的碳钢大气腐蚀行为监测方法[J]. 装备环境工程, 2017, 14 (9) : 68-72

[9] 胡杰珍, 邓培昌, 张际标, 高虓, 胡欢欢, 刘泉兵, 王贵. 热带滨海红壤中碳钢 Q235 的宏观非均匀腐蚀研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2017, 29 (3) : 233-240

[10] 邓培昌, 刘泉兵, 李子运, 王 贵, 胡杰珍, 王 颢. X70 管线钢在热带海水-海泥跃变区的腐蚀行为研究. [J]. 中国腐蚀与防护学报, 2018,38 (5) : 415-423

[11] 胡杰珍, 刘泉兵, 胡欢欢, 邓培昌, 韩民伟, 张际标, 王贵. 热带海岛大气中氯离子沉降速率. 腐蚀与防护, 2018, 39 (6) : 463-469

[12] 刘泉兵, 陈法锦, 胡杰珍, 邓培昌\*, 王贵, 罗思维. 热带海洋大气环境下 X70 管线钢的缝隙腐蚀行为研究[J]. 装备环境工程, 2017, 14 (9) : 57-62

[13] 王坤, 胡杰珍, 王贵\*, 邓俊豪. 管流式冲刷腐蚀实验装置的研究进展[J]. 广东海洋大学学报, 2018, 38(3) : 92-98.

[14] 王坤, 胡杰珍, 王贵\*, 邓培昌, 徐敬明. 管流式冲刷装置异径管固液两相流场数值分析[J]. 真空科学与技术学报, 2019, 39(9) : 831-837

[15] 邓俊豪, 胡杰珍, 邓培昌, 王贵\*, 吴敬权, 王坤. 氧化皮对 SPHC 热轧钢板在热带海洋大气环境中的腐蚀行为研究[J]. 中国腐蚀与防护学报, 2019, 39(4) : 331-337.

[16] 李子运, 邓培昌, 胡杰珍, 王贵\*, 刘泉兵. 热带海洋大气环境冷轧板锈蚀规律[J]. 钢铁, 2019, 54(9) : 99-105



- [17]王坤, 吴敬权, 邓培昌, 王贵\*, 胡杰珍. 管流式冲刷腐蚀实验装置的设计及性能试验[J]. 装备环境工程, 2019, 16 (12) : 56-60
- [18]李子运, 邓培昌, 胡杰珍, 王贵\*, 文成, 邓俊豪、王坤. 海上风电机组腐蚀与防护[J]. 广州化工, 2018, 46(24) : 28-31.
- [19]胡欢欢, 王贵, 邓培昌, 胡杰珍\*, 邓俊豪. 基于 METLAB 的 304 不锈钢点蚀行为电化学噪声特征[J]. 广东海洋大学, 2019, 39 (4) : 89-95.

### 3、专利成果:

- [1] 一种柔性管道机器人, 田玉琬、文成、王贵、王坤, CN201910356697.9, 发明专利。
- [2] 一种环境可控的薄液膜厚度自动测量装置, 王贵、胡杰珍、刘海涛、张贵林、朱志辉, CN201310603771.5, 发明专利。
- [3] 一种大气腐蚀加速实验装置, 田玉琬, 王贵, 文成, 胡杰珍, 陈世亮; 专利号: CN201620704522.4, 实用新型。
- [4] 一种可拆卸链式电极及其制备方法, 邓培昌, 李子运, 胡杰珍, 王贵, 张际标, 专利号: 201820889099.9, 实用新型。
- [5] 一种管流式冲刷腐蚀实验装置, 王坤, 王贵, 胡杰珍, 邓培昌, 田玉琬, 文成, 专利号: 201820727652.9, 实用新型。
- [6] 一种模拟海洋潮差腐蚀的加速实验装置, 王坤, 王贵, 徐敬明, 李子运, 李茂盛, 曹宇, 专利号: 201920130970.1, 实用新型。
- [7] 管流式冲刷腐蚀实验装置智能控制系统 V1.0, 王贵、王坤、邓培昌、胡杰珍、吴敬权, 登记号: 2019SR0431896, 计算机软件著作权。

通过十年的建设与发展, 工程材料及装备海洋环境腐蚀与防护湛江市重点实验室已成为国内有较大影响力的研究群体。近年来, 团队承担了国家自然科学基金(1项)、科技部有关项目3项、广东省自然科学基金及科技计划项目5项, 宝钢、南方电网等企事业研究项目18项, 经费达600余万元。获国家授权专利11项, 发表研究论文50余篇; 其中SCI/EI收录20篇。

#### (四) 支持区域经济发展情况

研究团队把“腐蚀与防护科学技术开发与咨询服务”作为重要的研究方向, 为解决工程装备材料腐蚀与防护技术问题、服务地方经济, 使科学技术快速转化为生产力, 实验室研究团队和众多企业进行了深入合作, 承担了广东省科技厅、湛江市相关的科技项目。

依托实验室和湛江海洋大气腐蚀试验站，面向高校、科研院所、企业等开展腐蚀工作的对外服务，承办了第四届全国海洋材料大会，派团队成员参加全国有关学术会议，有力提升了湛江市材料腐蚀科学技术在全省、全国的影响力。

(1) 湛江东海岛大气腐蚀试验站曝晒场自运行以来，积累了完整的气象数据，获得了 304 不锈钢、Q235 碳钢、铜、宝钢冷轧、热轧板等多种海工装备材料在南海海洋环境下的自然腐蚀数据及其腐蚀行为规律；有关数据和结果已按照国家材料腐蚀平台要求定期上传。

(2) 先后为南方电网、中海油湛江分公司、宝钢湛江钢铁公司、南海舰队、华能南山岛风电站、国家管网集团有限公司湛江输油站、巴斯夫等湛江地区企业开展了合作研究，为企业解决了有关腐蚀与防护方面的实际问题，取得了良好的经济社会效益。

(3) 研究团队与“巴音布鲁克广东工程有限公司”达成共建实验室协议，通过对金属腐蚀防护工程企业的技术支持，直接把研究团队的研究技术转化为生产力。

经过 10 年的建设，“工程材料及装备海洋环境腐蚀与防护实验室”已建设成为以工程装备材料为研究目标、以海洋环境为研究背景、以服务粤西、北部湾地区及大湾区工业发展为目的的实验室，逐步成为广东省在材料腐蚀科学研究领域的高新技术开发、人才培养及学术交流的重要基地。