



中国海洋大学

Ocean University of China

ANNUAL REPORT

2016 年年度报告



山东省海洋环境地质工程重点实验室



A 学术委员会 Academic Committee

主任：

何满潮 深部岩土力学国家重点实验室主任、中国科学院院士

副主任：

李华军 中国海洋大学教授、副校长

汪 稔 中科院武汉岩土力学研究所研究员

委员：

龚晓南 浙江大学教授、中国工程院院士

高福平 中科院力学研究所研究员

贾永刚 中国海洋大学教授

李新仲 中海油研究总院研究员、副院长

刘保华 国家深海基地研究员、书记

刘振纹 中石油工程技术研究院研究员

孙永福 国家海洋局第一海洋研究所研究员、副书记

仵彦卿 上海交通大学教授

徐景平 中国海洋大学教授

杨胜雄 国土资源部广州海洋地质调查局高工、总工

S 室务委员会 Service Committee

贾永刚 主任

郭秀军 副主任

王 栋 副主任

刘 涛 主任助理

赵阳国 主任助理

刘晓磊 实验室秘书

M 序言 Message from Director

岁月不居，天道酬勤。过去的 2016 年，对 MEGE 是如此的不平凡：

2016 年，MEGE 科研成果丰硕，实验室发表学术论文 42 篇，获授权专利 11 项。研究成果“黄河水下三角洲地质灾害成生机制及防治关键技术”获教育部科学技术进步二等奖；国家基金委重大仪器专项复杂深海工程地质原位长期观测技术（SEEGeo）样机研制完成；MEGE 自主设计研发的四脚架搭配相关测量仪器，在黄河水下三角洲成功投放并取得宝贵的原位观测资料。

2016 年，MEGE 平台建设进展喜人，从西澳大学全职引进海大筑峰二级教授、青岛科技创新领军人才王栋博士，王老师的加盟使得 MEGE 的海洋岩土水平有了一个质的飞跃。从新加坡南洋理工大学引进青年英才计划寇海磊博士，为 MEGE 注入了新鲜的血液。与此同时，MEGE 的青年学者也崭露头角，辛佳博士在 Water Research 上连续发表两篇高水平论文，刘晓磊博士荣获中国地质学会工程地质专业委员会谷德振青年奖。

2016，我们继续践行引领海洋工程地质学科发展的精神，7 月份 MEGE 围绕“海底天然气水合物开采环境效应监测技术与应用”主题，在青岛海洋科学与技术国家实验室召开了关于天然气水合物专题的首次鳌山论坛。10 月，我们承办了“第一届国际海洋工程地质学术研讨会（ISMEG2016）”，国内外相关专家学者聚集在青岛，聚焦于海大，让全球同仁聆听到了来自海大工程地质的声音。2016 年，实验室文化建设取得长足进步，我们举行每周一次的室务委员会及全体教师参加的 COFFEE TIME，定期举办研究生系列讲座，使得全体成员有了很强的归属感。

2016，满载而归，2017，砥砺前行。累累硕果令人欣喜，2017 年是我国实施“十三五”规划的关键之年，也是 MEGE 奠定扎实基础的一年；然而“天上不会掉馅饼”，实现海洋强国之梦任重道远；MEGE 将继续面向国家重大战略需求，面向世界海洋科学研究前沿，努力发挥创新平台优势，“撸起袖子加油干”，为建设海洋工程地质领域有重要影响力的创新团队，推动我国海洋强国事业的发展贡献新力量！

值此跨年之夜，谨代表实验室全体同仁，向所有关心、支持实验室成长的海内外各位领导、友人表示衷心的感谢并致以最美好的新年祝福！

山东省海洋环境地质工程重点实验室主任



目录

序言.....	1
年度焦点	4
科研方向	7
科研课题.....	8
科研进展	13
Stream 1 海洋地质灾害机理与预测	14
Stream 2 海岸带污染控制与环境保护	16
Stream 3 海底工程环境原位观测技术	20
SEEGeo	22
合作与交流.....	24
主办/承办/参与会议	26
周四 COFFEE TIME 学术交流.....	31
科研设施	33
科研用房	34
科研仪器	34
海洋调查船.....	37
科研成果	38
论文发表	38
专著教材	40
授权专利	40
荣誉奖励	40
代表性研究成果	41
科研人员	42



◆ 承办鳌山论坛

2016年7月2-3日,为推进水合物风险控制研究,围绕“海底天然气水合物开采环境效应监测技术与应用”主题,在青岛海洋科学与技术国家实验室(简称海洋国家实验室)召开鳌山论坛会议。会议由海洋国家实验室海洋地质过程与环境功能实验室和海洋国家实验室海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室联合主办,由中国海洋大学山东省海洋环境地质工程重点实验室承办。

会议邀请了来自中国海洋大学、大连理工大学、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、中国地质调查局、中国海洋石油总公司、中石油天津油服公司、同济大学、海洋地质所、地质调查局、深海基地管理中心及海洋局一所的多位专家。会议围绕深海天然气水合物开采环境效应与原位长期监测技术进展,共进行了4场特邀报告和7场专题报告。



◆ 承办国际会议

2016年10月21日-24日,由国际工程地质与环境协会(IAEG)、海洋工程地质委员会(C34)、中国地质学会工程专业委员海洋工作委员会联合主办,由中国海洋大学、山东省环境地质工程重点实验室、青岛海洋国家实验室联合承办的“第一届国际海洋工程地质学术研讨会(ISMEG2016)”在青岛黄海饭店召开。中国海洋大学副校长李巍然,山东省科技厅基础处王建新副处长、国家自然科学基金委地学部刘羽处长出席会议。

会议围绕“海洋工程地质与地质灾害防护”的主题展开了海洋沉积物工程特性、海洋地质灾害、海岸带工程地质等6个专题展开了深入的交流。会议特邀报告13个、组织专题口头报告57个、优秀展板报告15个。

◆ 引进中国海大筑峰二级教授王栋、青年英才计划寇海磊

高层次人才引进,有力地推动实验室开展更多国际合作和参与国家重大科研项目。引进的高水平人才将与实验室教师共同开展前沿性高水平的合作研究,推进学科建设。

◆ 刘晓磊博士获得中国地质学会工程地质专业委员会谷德振青年奖

第十届全国工程地质大会于2016年10月在成都顺利召开。会上,经中国地质学会工程地质专业委员会审议,十名青年学者获得第三届“谷德振青年奖”,实验室学术骨干刘晓磊博士获此殊荣。

◆ 王栋教授入选青岛创新领军人才

第三批青岛创业创新领军人才共 46 名。王栋教授的方向为海洋工程地质与岩土工程。

◆ SEEGeo 项目取得重大进展

SEEGeo 实现了海底三维电阻率量测、声波量测、观测系统集成总控、通讯系统的优化设计与加工制作、海面浮标的通讯和供电系统设计、海水电池材料和系统的模拟测评及控制与信息系统模块的优化设计以及样机制作。

◆ 东方红航次、黄河口海试

东方红 2 号南海航次成功采集了南海沉积物样品，为后续的南海海域天然气水合物的相关实验分析奠定了基础；

自主设计研制的四脚架搭配自主研发的测量仪器，在黄河口水下三角洲成功投放。

◆ 科研成果丰硕

实验室共发表高水平学术论文 40 余篇，其中 6 篇文章发表在 SCI 一区期刊；出版专著/编著 1 部；获授权专利 11 项。

《Water Research》刊登了辛佳老师的研究论文 *Distinct kinetics and mechanisms of mZVI particles aging in saline and fresh groundwater: H₂ evolution and surface passivation* ;

《Marine Geology》刊登了许国辉教授的研究论文 *Experimental characterization of storm liquefaction deposits sequences* ;

《Geotechnique》刊登了王栋教授的研究论文 *Numerical investigation of penetration of a large-diameter footing into normally consolidated kaolin clay with a consolidation phase* ;

徐海波老师获得美国发明专利一项，*Nanometer powder catalyst and its preparation method*。

◆ 实验室文化建设取得长足进展

实验室学术管理制度逐渐完善，每周一上午召开实验室事务会议，为大家提供交流实验室工作中遇到的问题以及商讨制定实验室发展计划的平台；

每周四上午的 COFFEE TIME 期间，实验室的各位老师进行学术讨论，共同为实验室的学术发展出谋献策；

每周五下午，实验室举办研究生系列讲座，鼓励同学们将自己的科研成果进行公开学术报告，增进科研交流的同时也锻炼了研究生的学术汇报能力。

Stream 1 海洋地质灾害机理与预测

Marine Geohazards

地质灾害的形成是地质体本身性质与外部因素相互作用的结果，针对我国在海岸带开发保护、大陆架油气资源开采中遇到的典型海洋地质灾害，研究其孕育机理，进行发生过程预测。主要研究内容包括：

- (1) 海洋土性质与液化
- (2) 海岸侵蚀淤积机理
- (3) 海底天然气水合物开采环境监测
- (4) 海底浊流机制与发生预测
- (5) 海底沙波移动机理与过程
- (6) 海洋岩土工程安全分析

Stream 2 海岸带污染控制与环境保护

Marine Geological Environment Remediation

针对我国滨海地质环境污染与海洋地质灾害，尤其是海上石油天然气开采、岸滩海水养殖、海岸带开发、滨海地下水开采带来的地质环境问题，及威胁海洋工程活动安全的地质灾害问题，研究污染与灾害调控方法，保护海岸带环境。主要研究内容包括：

- (1) 岸滩污染控制与修复
- (2) 滨海湿地生态功能恢复
- (3) 污泥处置与资源化利用
- (4) 滨海地下海水入侵调控
- (5) 海洋工程环境调查评价及区划
- (6) 沙质海滩生态恢复

Stream 3 海底工程环境原位观测技术

Marine Geological Environment Observation

本方向主要开发海底工程环境原位观测的技术手段，支撑海洋地质灾害机理与预测研究、海岸工程环境保护与调控研究方向所需的现场观测数据。主要研发内容包括：

- (1) 海底工程环境原位观测传感技术
- (2) 海底观测数据自动采集与实时传输及电能供应技术
- (3) 观测数据分析处理技术

研究方向一
海洋地质灾害机理与
预测

建立减灾防灾
理论与方法

海洋环境

地质工程

建立污染防控修复
理论与方法

研发原位观测
设备与技术

研究方向二
海岸带污染控制与环
境保护

研究方向三
海底工程环境原位
观测技术

R 科研方向
Research Missions

R 科研课题 Research programs

实验室紧密结合国家需求和学科前沿，积极申报和承担科技项目。2016 年实验室主持或参与在研的国家和省部级等科研项目 35 项，包括国家重大科研仪器研制项目 4 项，国家自然科学基金项目 15 项等。新增国家 127 工程 1 项、自然科学基金 3 项、重点研发计划 3 项。

部分新增课题		
课题名称	课题负责人	起止时间
国家 127 工程项目		
南海 XXXXXXXX 监测 (HD-XXXX-XXXX-XXX)	贾永刚	2016-2018
国家自然科学基金		
鱼山-久米断裂带构造特征及其对中新世以来东海东部构造演化的分隔控制 (41606050)	尚鲁宁	2016-2019
零价铝协同过硫酸盐降解溴代阻燃剂 HBCD 的效能与机理 (21677135)	杨世迎	2016-2019
天然气水合物分解引起海床沉积物孔压动态变化规律研究 (41672272)	刘 涛	2017-2020
国家重点研发计划专题		
渤海沿海典型区人工回灌海水入侵防治技术研究 (2016YFC040280902)	辛 佳	2016-2020
黄海沿海典型区海水入侵防治技术研究与应用示范 (2016YFC0402810)	郑西来	2016-2020
山东省重点研发计划项目		
海底变形滑动原位实时自动观测设备研发与示范应用	贾永刚	2017-2018
近海养殖区底质生境微生物修复技术研究	赵阳国	2017-2018
苦卤水资源化利用技术研究	彭昌盛	2017-2018
深海海底土工特性原位长期监测设备研制	陈旭光	2017-2018
中国博士后科学基金特别资助项目		
黄河水下三角洲海床侵蚀过程中的波浪泵影响机理研究 (2016T90653)	刘晓磊	2016-2017
山东省博士后创新项目专项资金		
地下水原位反应带运行中的微米铁老化及含水层堵塞机制 (201601010)	辛 佳	2016-2017
部分在研课题		

课题名称	课题负责人	起止时间
国家自然科学基金重大科研仪器研制项目		
复杂深海工程地质原位长期观测设备研制 (41427803)	贾永刚	2015-2019
国家自然科学基金		
波浪作用下海上风电桩基土体液化响应研究—以黄河三角洲为例 (4152247)	刘红军	2016-2019
海底粉质土液化重建地层特征及其风暴浪动力强度研究—以黄河三角洲为例 (41576039)	许国辉	2016-2019
深海底表层沉积物强度贯入式原位快速测量研究 (41502265)	张民生	2016-2018
波致海床液化诱发黄河口异重流研究 (41402253)	刘晓磊	2015-2017
水库季节性锰污染的生物地球化学模拟研究 (51409236)	彭 辉	2015-2017
基于可生物降解稳定剂的微米铁表面改性对其修复地下水三氯乙烯污染的影响机制” (51408571)	辛 佳	2015-2017
波浪水流联合作用下粉土海床液化和泥沙运动耦合动力过程 (51479182)	董 平	2015-2018
浙闽沿岸泥质带冬季悬浮体的沉积机制 (41476030)	乔璐璐	2015-2018
黄河口海域盐度变化对入海泥沙沉降与固结及侵蚀过程影响 (41372287)	单红仙	2014-2017
黄河口侵蚀再悬浮物海床内部输供及控制因素研究 (41272316)	贾永刚	2013-2017
波浪作用下粉质海床液化后流动特性研究 (41202204)	刘 涛	2012-2016
基于微生物燃料电池的地下水硝酸盐污染原位修复技术及其机理研究 (51408570)	季军远	2015-2017
其他国家级科研项目		
辽河口水体湿地修复技术	余宗莲	2015-2019
国家重点实验室开放基金		
王圈水库金属锰污染运移模拟研究 (IWHR-SKL-2014 05)	彭 辉	2015-2017
青岛市重大科技专项		
青岛大沽河地下水水源地生态保护与修复 (20141105)	郑西来	2014-2016
水利部科技成果推广项目		

部分在研课题		
课题名称	课题负责人	起止时间
平度市地下水漏斗区回灌技术应用 (TG1519)	郑西来	2015-2016
博士后科学基金面上项目		
水库季节性锰污染的数值模拟研究 (2014M561966)	彭 辉	2014-2016
波浪作用下黄河口海床液化对异重流发育的影响研究 , (2014M561963)	刘晓磊	2014-2016
中央高校基本科研业务费		
深水天然气水合物分解逸出及致灾过程原位观测技术研究	刘 涛	2015-2016
省级科技项目		
海底长期观测用海水溶解电池的应用技术开发 (2014GHY115036)	徐海波	2014-2016
青岛市科技项目		
青岛大沽河地下水水源地生态保护与修复项目	辛 佳	2014-2016
横向课题		
北戴河邻近海域典型生态灾害与监控关键技术集成应用	郑建国	2013-2016
青岛崂山地质灾害监控预警 (SDSITC-0321303)	贾永刚	2012-2016

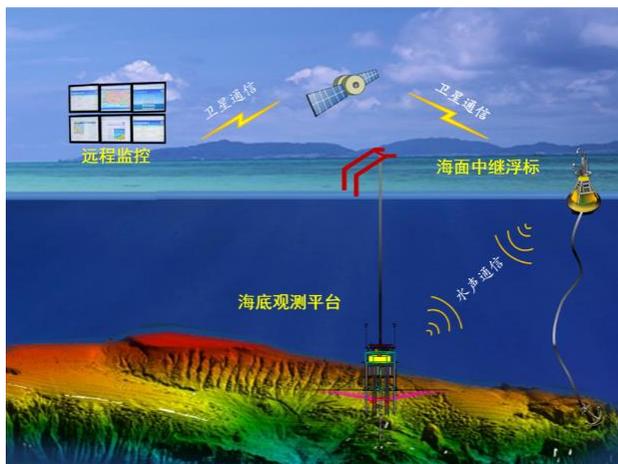
重点项目介绍

复杂深海工程地质原位长期观测设备研制

In-situ Surveying Equipment of Engineering Geology in Complex Deep Sea

国家重大科研仪器研制项目，2015 - 2019，
项目负责人：贾永刚

项目计划通过研制复杂深海工程地质原位观测设备，建立自动长期连续的现场观测技术与数据分析方法，实现对深海海底工程地质条件的定量描述，为深海工程地质研究提供技术支撑。本项目的实施对研究我国南海深海底坡工程地质条件与动力变化过程，推动我国深海工程地质原位观测技术的发展与应用具有重要意义，项目研究成果未来还将直接服务于我国深海油气资源开采活动中的地质灾害预测。



The project aims to develop a set of in-situ surveying equipment of engineering geology in complex deep sea, establish automatic long-term continuous field observation technology and data analysis method, achieve quantitative depict of engineering geological conditions of deep seabed, learn the dynamic variation process of engineering geological environment and influencing factors, in order to provide technology support for the research of

engineering geology in deep sea. The observation equipment will be deployed in the deep water in the northern slope of the South China Sea, a location known for its complex engineering geological conditions, and the deployment will last for 12 months to record the engineering property index of deep sea sediment and its dynamic changes, the pore pressure accumulation and liquefaction process in sediment, the seabed topography changing induced by erosion and deposition, as well as near bed hydrodynamic conditions.





S 科研进展
Selected Abstracts

1. 黄河水下三角洲沉积物波浪动力响应特征及其过程机制

开展系统的现场潮滩与室内水槽试验，揭示了波浪导致黄河水下三角洲海床沉积物波浪动力响应特征及其过程机制，提出了波浪-沉积物相互作用下三种孔隙水渗流驱动模式及沉积物局部流态化和液化特征，建立了均质海床沉积物在不同波浪条件下的层化发展模型（图1），为定量描述海床沉积物的

动力变化过程和评价工程地质性质时空特征提供了科学依据。

黄河水下三角洲地区多发生塌陷凹坑、滑坡、粉砂流等地质灾害，普遍认为与波浪循环荷载下粉质海床发生液化有关。提出了风暴液化沉积的概念和模式：在浅海区，海床土体由于风暴浪的作用而形成液化，液化土体随风暴浪波动而出现颗粒分选，从而在土体液化区的原地形成具有递变层理等沉积构造的重构地层（图2）。将风暴沉积的模式扩展到原地波动分选沉积。

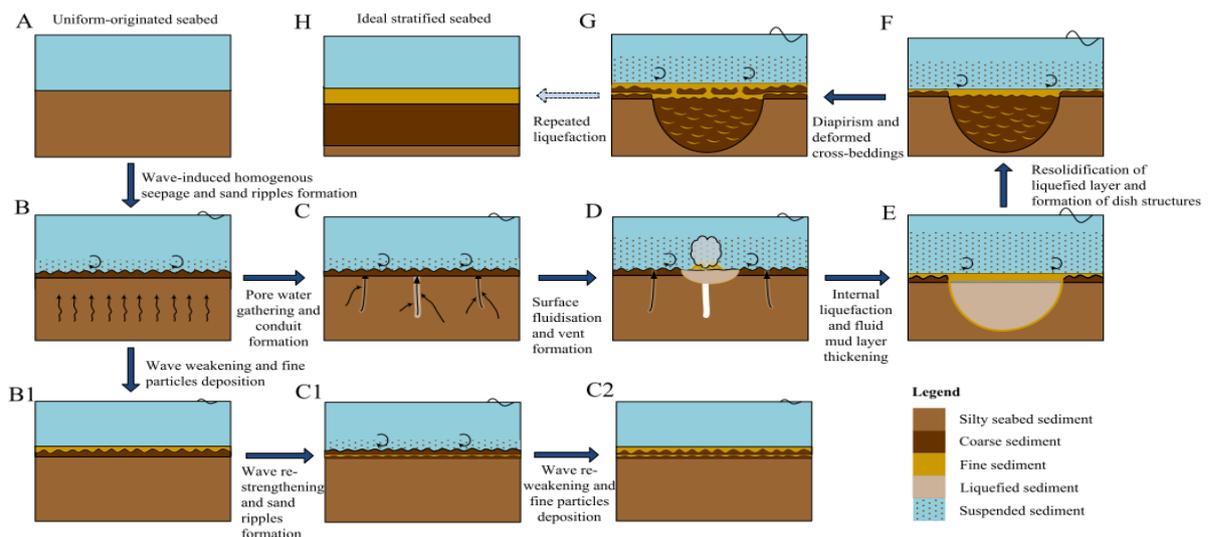


图1. 均质海床沉积物在波浪作用下的成层演化模型

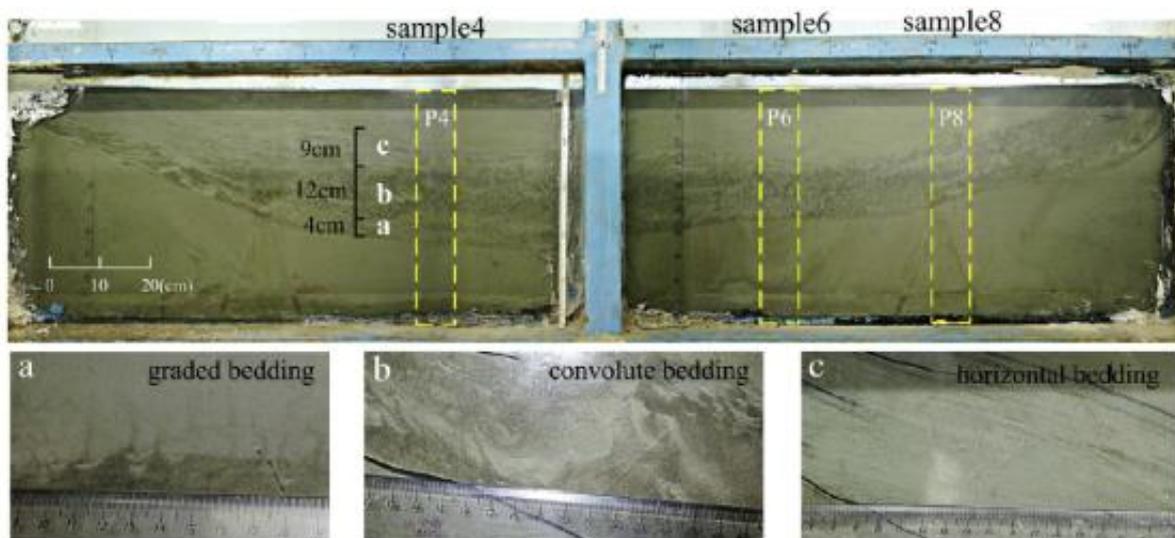


图2. 液化土沉积重构后的层理特征

2. 循环荷载下粉土液化流动特性拖球试验

引入流体力学的典型理论和实验原理，开发了一套测量液化粉土流动特性的拖球试验装置和方法。试验中观察到波浪循环荷载作用下，孔压的累积至液化的过程。波浪参数对结果有较大影响，其中波高越大，粉土表观粘度值越小；同一波高情况下，表观粘度随时间缓慢增加；随着超孔隙比的升高，表观粘度值逐渐减小。

振动台试验下，孔隙压力表现为迅速上升，粉土迅速达到液化状态。在液化状态下，剪应力随应变率增大而减小，粉土呈现出剪

3. 自升式平台桩靴基础的安装

自升式平台被广泛应用于水深不超过120米时的油气钻探、地质勘察和风电施工。自升式平台的桩靴基础压入复杂地层时，可能发生不受控制的快速下降（被称为刺穿破坏），导致平台的倾斜甚至倾覆。发展先进的大变形数值模拟技术，定量评估多层土中刺穿破坏的危害性，提出的刺穿破坏预测方法

切稀化的特点，为典型的非牛顿流体特征。

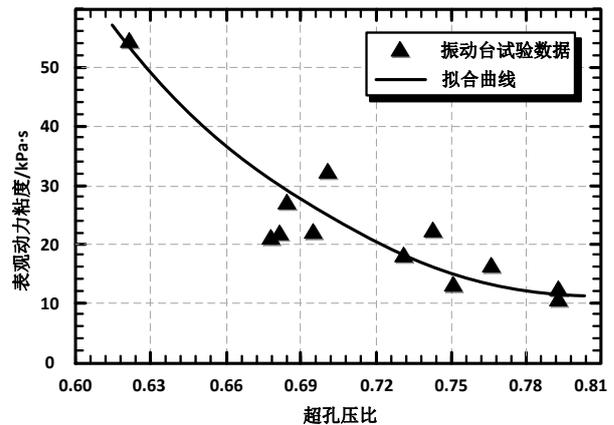


图 3. 粉土表观粘度随超静孔隙水压力的变化

优于现行国际规范 ISO 和 SNAME。

恶劣天气造成桩靴安装施工过程的中断，当重新恢复安装时，桩靴贯入阻力可能显著增加，原因是前期贯入引起的超静孔压消散、粘性土的不排水强度提高（图 4）。发展有效应力形式的大变形有限元法，提出了利用无量纲固结时间估计贯入阻力变化的简化方法。

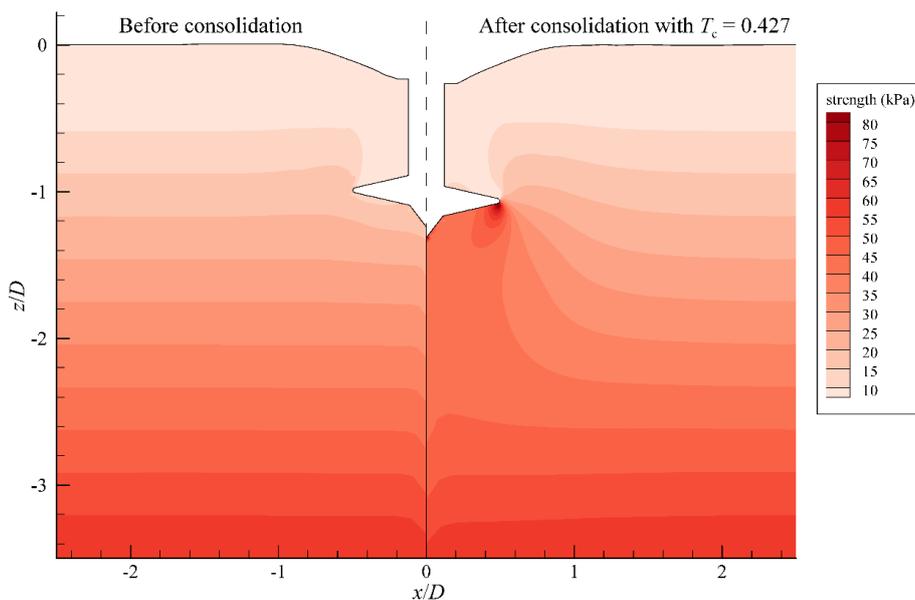


图 4. 固结对桩靴周围土体不排水强度的影响（左：固结前，右：固结后）

4. 深海大规模缓坡滑动的触发机理

深海滑坡规模远大于陆上滑坡，且经常发生在坡度小于 5° 、甚至只有 1° 的条件下，常规的边坡失稳理论很难解释这种大规模缓坡滑动。发展的剪切带渐进扩展静力理论模

型定量揭示了下卧软弱层的强度逐渐降低导致的上覆层整体滑出（图 5），进而提出了动力模型与相应的数值分析方法。结合海底地形数据和原位勘察，即可快速评估海底边坡是否可能发生灾难性的大规模失稳。

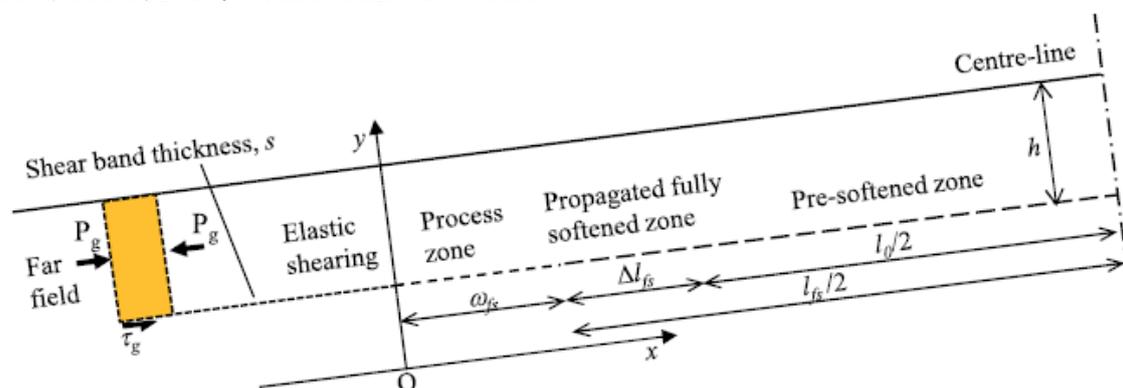


图 5. 下卧软弱带渐进扩展导致上覆土层的整体滑出

Stream 2

海岸带污染控制与环境保护

1. 滨海地下水污染防控技术

(1) 咸/淡地下水中微米铁老化动力学

滨海含水层特殊的水文地球化学条件可能会对微米铁在其中的反应过程和效能产生影响。开展了咸/淡地下水中微米铁-水腐蚀动力学探索性对比研究，发现在咸水地下水中，微米铁的腐蚀动力学曲线和表面钝化层微观结构都和淡水地下水中存在显著差异。在三种溶液环境下，mZVI 颗粒的产氢动力学过程均分为快（0-7 d）、中（7-22 d）、慢（22-111 d）三个阶段。相比而言，咸水地下

水中 mZVI 在初期的腐蚀速率最快，产氢动力学常数为 1.357 mL/d ，但随后反应动力学常数下降也最显著。在咸水地下水中，mZVI 表面生成了一层很薄的均匀分布的紧致氧化膜，显著覆盖了铁表面的活性位点，导致咸水地下水中 mZVI 的活性在后期迅速下降。在淡水地下水和超纯水中，表面沉淀物松散、不均匀分布，使得钝化产物累积的同时仍有大量活性位点暴露，保持了腐蚀过程的持续进行（图 6）。该发现为准确评价和调控 mZVI 技术在咸水地下水修复中的长期效能提供理论依据。

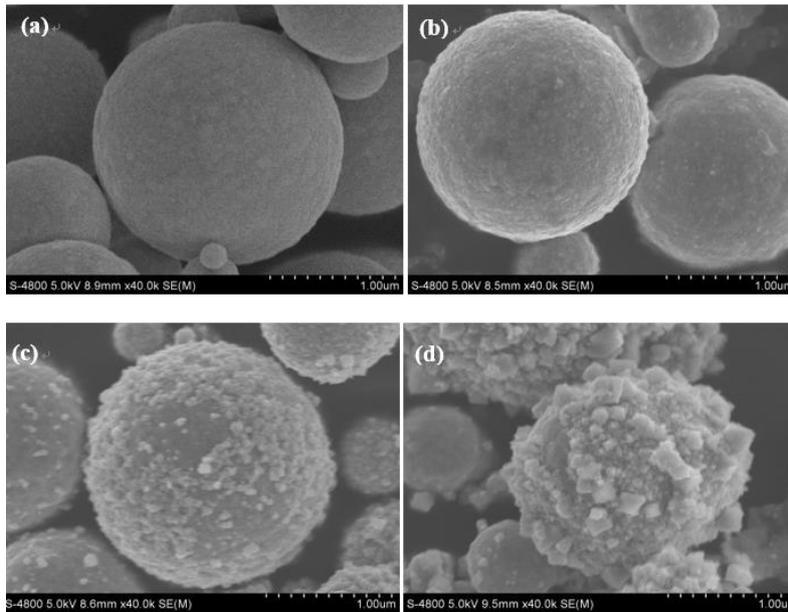


图 6. mZVI 的 SEM 图片：(a) 原状 mZVI；(b) 111d 后咸水地下水中 mZVI；(c) 111d 后淡水地下水中 mZVI；(d) 111d 后超纯水中 mZVI

(2) 大沽河地下水源地硝酸盐污染机理与防治措施

在研究区自然地理、地质、水文地质资料收集和整理的基础上，大沽河地下水水源地的污染现状调查与评价，研究土壤氮素迁

移-转化规律，进行了水肥调控和强化生物反应层的研究和工程示范（图 7），并进行大沽河地下水源地硝酸盐污染的数值模拟，提出了大沽河地下水源地硝酸盐污染的防治对策。

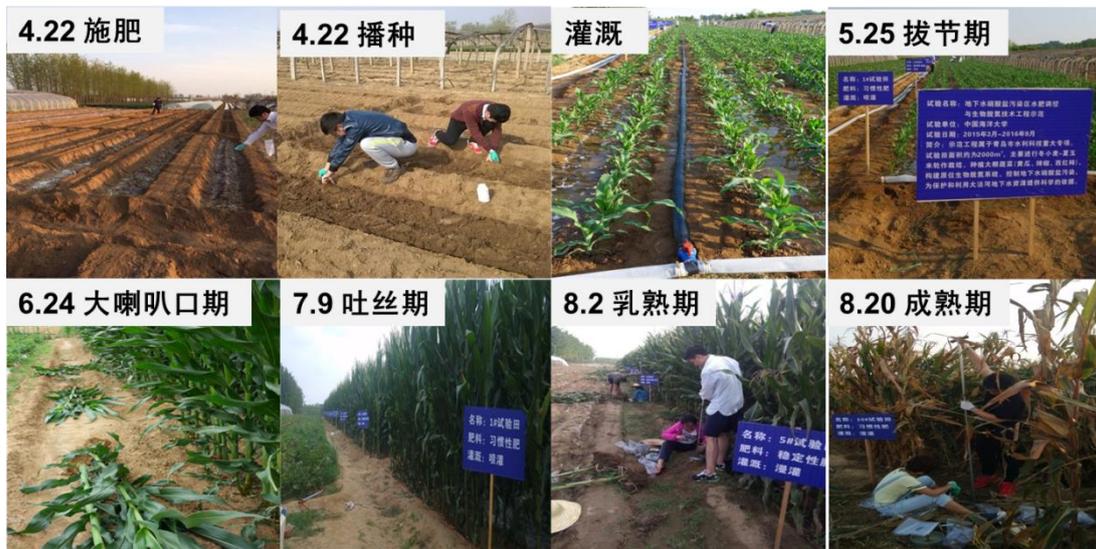


图 7. 水肥调控原位试验研究

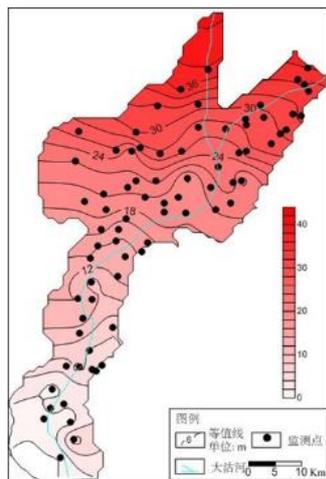
(3) 大沽河地下水源地三维可视化信息管理系统建设与开发

对大沽河地下水源地 147 眼钻孔基础资

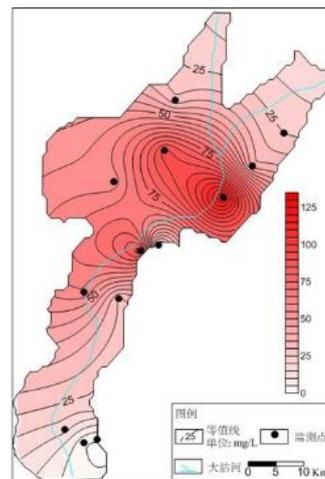
料及 1998-2014 年的地下水水位监测数据进行格式化和规范化的处理和录入，构建大沽河地下水源地信息管理系统，实现了地下水

数据信息的分类、查询、提取和导出。利用地下水信息管理系统 HGA 中五大类数据可视化功能模块，实现了大沽河地下水源地数据信息的可视化。利用 ETL 和 Kettle 等功能软件，实现了 HGA 数据库对大沽河地下水监测系统后台数据的同步读取。借助 GIS 空间展示和计算属性，自动计算出整个水源地与

各个开采区的瞬时地下水储存量和当日地下水允许开采量。该系统的可视化展示功能包括：水源地监测井位置信息可视化、水源地钻孔信息可视化、水源地剖面信息可视化、水源地水位等高线和污染浓度等值线制作（图 8）、三维空间显示等。



2014年6月14日大沽河地下水水位等值线



2013年9月地下水硝酸盐氮等值线

图 8. 大沽河地下水水位及硝酸盐氮等值线图

2. 滨海湿地生境修复技术

以胶州湾养殖区底泥为对象，通过富集筛选，获得硫化物消除菌剂，菌剂能在 12 h 内将 1000 mg/L 以内的硫化物完全消除，其最适的硫化物消除条件为 pH 7.0，20-30 °C。高通量测序分析发现变形菌门是硫化物消除菌剂微生物群落中占主要地位的细菌，硫杆菌属、片球菌属和原绿球藻属可能是微生物群落中负责硫化物消除的主要贡献者，而硫酸盐还原菌的相对丰度在富集筛选之后显著

下降。固定化过程对对菌群中的非硫氧化菌影响较大。该菌剂有望在“老化”海水养殖生境的修复中得以应用（图 9）。

耐盐碱植物在盐碱混合胁迫下表现出低促高抑的生长现象。高盐碱会对植物产生渗透胁迫、氧化胁迫、离子毒害，造成植物营养亏缺、物质-能量平衡被破坏，降低了植物去除氮磷的能力。叶绿素含量、膜渗透性、酶活性等生理指标能更准确的表征植物耐盐碱程度（图 10）。

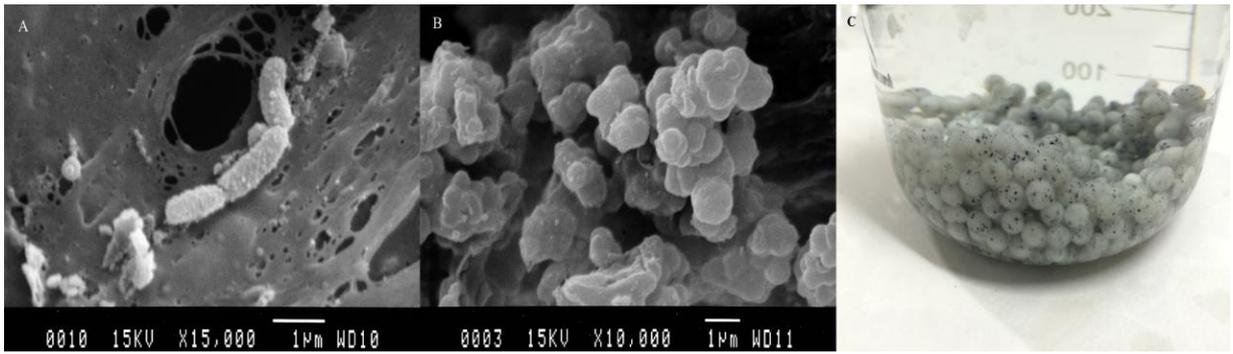


图 9. 硫化物消除菌剂的固定化特征

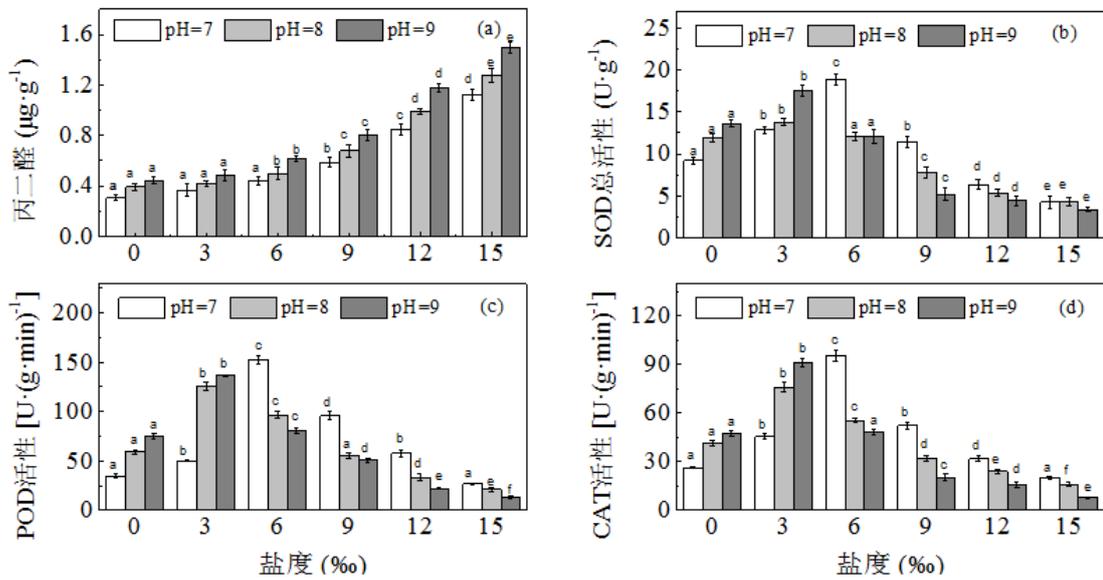


图 10. 盐碱胁迫下黑藻组织中丙二醛含量与 SOD、POD、CAT 活性

3. 过硫酸盐氧化与生物炭吸附联合应用

将过硫酸盐氧化技术应用于高浓度恶臭气体处理，该技术可将 80 ppm/v 甲硫醇快速化学吸收氧化降至低于 1 ppm/v 以下，在硫醇类恶臭气体的应急处理方面具有广阔的应用前景。

生物质活性炭材料可以活化过硫酸盐，从而可以避免金属离子活化带来的二次污染物问题。建立了活性炭材料表面官能团和催化活化过一硫酸氢盐降解有机污染物性能之

间的构效关系，发现 π - π 电子对和吡咯对碳材料催化起促进作用。

浒苔生物炭是浒苔资源化利用的途径之一，浒苔生物炭表面丰富的羟基(-OH)和羧基(-COOH)含氧官能团能与 Cr(VI)发生络合作用，与 HCrO_4^- 和 CrO_4^{2-} 等阴离子发生静电作用。浒苔生物炭对 Cr(VI)的吸附符合准二级动力学方程和 Langmuir 等温吸附模型。表明浒苔生物炭对 Cr(VI)的吸附为单分子层化学吸附，主要受快速反应过程控制(图 11)。

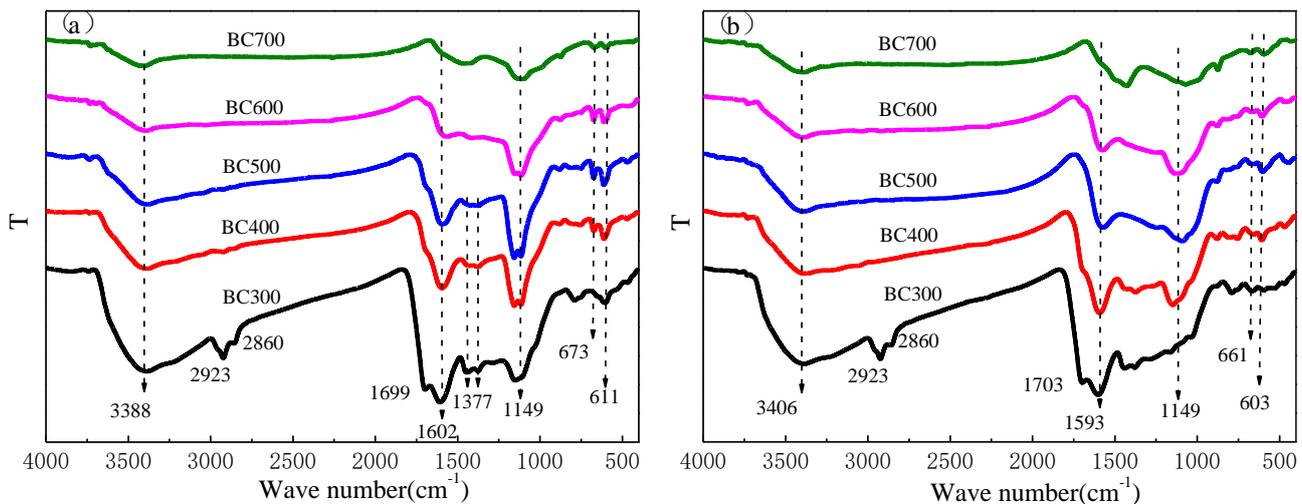


图 11. 吸附前(a)后(b)浒苔生物炭红外光谱图

4. 高盐废水生物脱氮研究

利用 SBR 工艺培养和驯化活性污泥，实现了短程硝化反硝化高效脱氮（图 12）。在 NaCl 浓度范围为 5-37.7 g/L 时，NO₂-N 累积率、氨氮去除率和总氮去除率分别达到 92.6%、98.5% 和 98.5%。

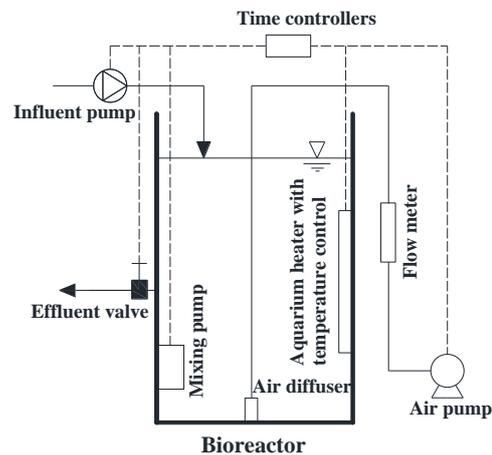


图 12. SBR 示意图

Stream 3 海底工程环境原位观测技术研究

1. 黄河水下三角洲海底边界层原位观测

自主研发了海底边界层动态变化原位长期观测平台与海底沉积物泵送原位观测试验装置，并将其与沉积物泥沙捕获器于 12 月 18 日投放到黄河水下三角洲埕岛海域（曾发生海底电缆中断），进行了为期近 1 个月的原位长期观测。各观测仪器 100% 回收（图

13）。

自主设计综合观测四角架平台、沉积物捕获器及原位试验箱，搭载浪潮仪、单点海流计、声学多普勒流速剖面仪、温盐深浊度计、高分辨率悬浮泥沙剖面仪、激光粒度仪、声波测深仪等一系列海洋观测仪器。本次原位长期观测结果可为深入研究该海区海底地质灾害的发育提供宝贵的现场观测资料，并为海底管线、电缆等工程设施的安全防护提供科学指导。



图 13. 海底边界层动态变化原位长期观测仪器

2. 黄河口埕岛海域沉积物再悬浮机制

利用海底原位三脚架搭载水动力观测仪器，在黄河水下三角洲进行了为期 134 天的原位观测，获取了该海域波浪、潮汐、海流、海水温度、浊度等相关数据。利用观测点海域的表层沉积物进行室内测试，发现该海域表层沉积物以粉砂为主，悬浮物浓度与海水浊度存在良好的线性关系，底层（距离海床约 50 cm 处）悬浮物浓度在 2-4 g/l 范围内变化。切应力计算结果与原位观测结果表明强浪过程中，波浪对泥沙起动起控制作用，进而显著提高悬浮物浓度；其余时间段，海流控制泥沙起动，悬浮物浓度随流速动态波动。

运用时间序列沉积物捕获器，原位捕获

了黄河口埕岛海域某观测点的沉降沉积物（图 14），并结合同步的波浪、海流、水深等水动力参数观测以及后续土样粒径分析等，初步探索了该观测点附近海域悬浮沉积物的沉降规律：埕岛海域该观测点悬浮沉积物沉降通量约为 $120-280 \text{ g dm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ；在该海域，即使过剩剪切力持续大于 0，悬浮沉积物仍会发生沉降，并且可以大于过剩剪切力小于 0 时的沉降量，与 Krone (1965) 的沉降计算理论有所出入，推测与该海域高浓度再悬浮沉积物的絮凝沉降有关；观测点附近再悬浮沉积物约有 5% 发生原位沉降，绝大部分沉积物保持悬浮或者被输运至异地，这与该地区海底遭受强烈侵蚀的现象相一致。

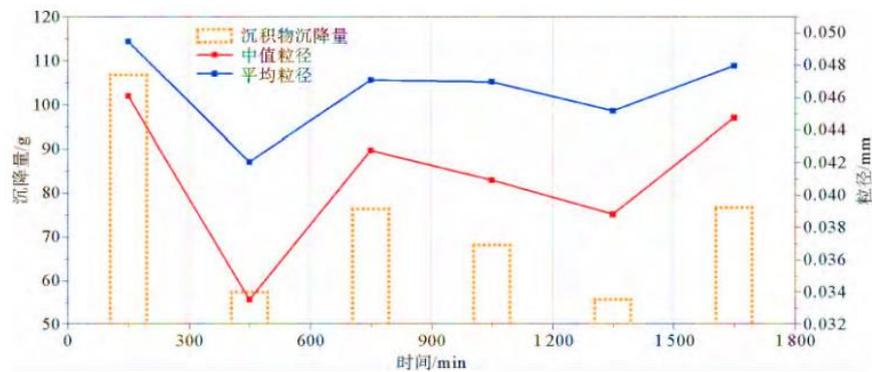


图 14. 时间序列沉积物捕获器观测结果

3. 内孤立波对海底陆坡的改造作用及沙波的形成模式

通过研究室内水槽中下凹型内孤立波对坡度 9.1 陡坡的连续作用过程，监测内孤立波作用下坡面地形高程实验前后变化、悬浮物浓度变化及边界层变化过程，结合内孤立波的水文特性分析下凹型内孤立波作用下沉

积物的运移过程以及沉积物斜坡坡面变化情况。研究发现：内孤立波持续作用下坡面沉积物的阶段性悬浮-运移-沉积形成浅水沙波地形，初次形成的沙波迎流面薄，背流面厚。内孤立波持续作用下沙波体以推移方式向深水区滑动，形成系列沙波地貌（图 15）。砂土与粘土的悬浮-运移-沉积路径、方式不同。

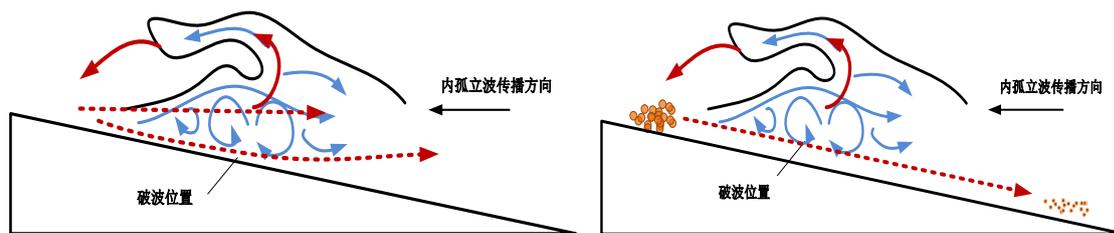


图 15. 内孤立波作用下悬浮物运移途径示意图（红色代表沉积物运移途径，蓝色代表水流方向）

4. 海岸带咸淡水交换过程原位电学监测

在潮汐、波浪以及水动力差的长期影响下，形成海岸带咸淡水交换的动态平衡，若咸淡水界面区域的稳态平衡被打破，会发生，海水侵入污染地下淡水、海陆地质环境恶化等灾害。咸淡水交换界面也是陆源污染物的排海的重要监测区域，对海洋渔业、海洋生

态意义重大。

以电法物探为基础，构设适宜的布设装置与实地工作方式，建立旨在初步阐释海岸带地下咸淡水交互规律的原位电学监测系统，并对其具体应用效果分析改进。图 16 为海岸带咸淡水交换过程原位电学监测系统在青岛石老人海滩潮汐涨落中的初步实测。

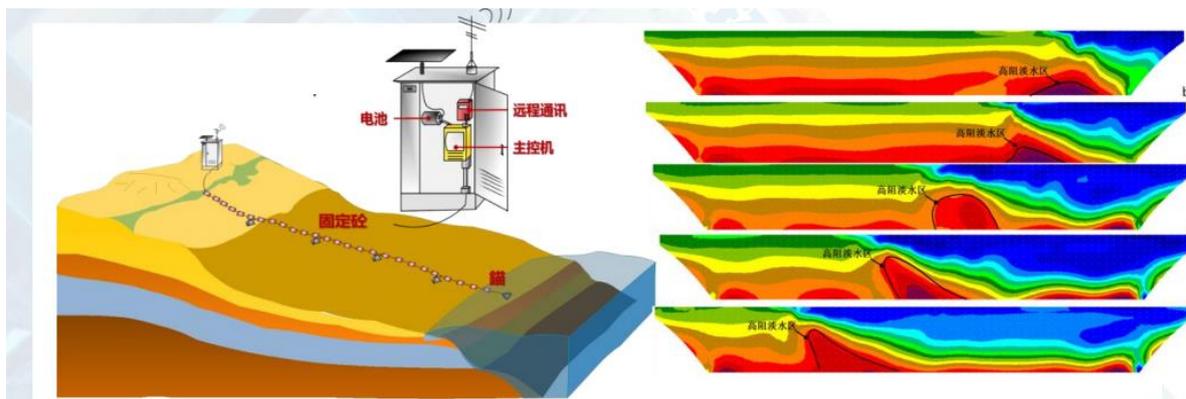


图 16. 海岸基原位监测系统及监测效果分析

5. 南海北部陆坡区沉积物临界起动流速

通过自测和资料收集得到 45 个站位沉积物物性资料，根据沉积物类型选用

适当方法计算临界起动流速，并评判结果的适用性，结合沉积物空间分布规律和统计结果插值得到 112 个站位数据，

绘制成沉积物临界起动流速空间分布图。

研究结果显示南海北部沉积物临界起动流速存在空间差异性，其分布特征与沉积物粒径分布规律基本对应并受其控制。与南海上层流场进行对比分析，

得到冬夏两季陆架区沉积物起动难易程度分布图，为研究海洋动力对南海北部海底沉积物改造机制及海底沉积演变规律提供依据。

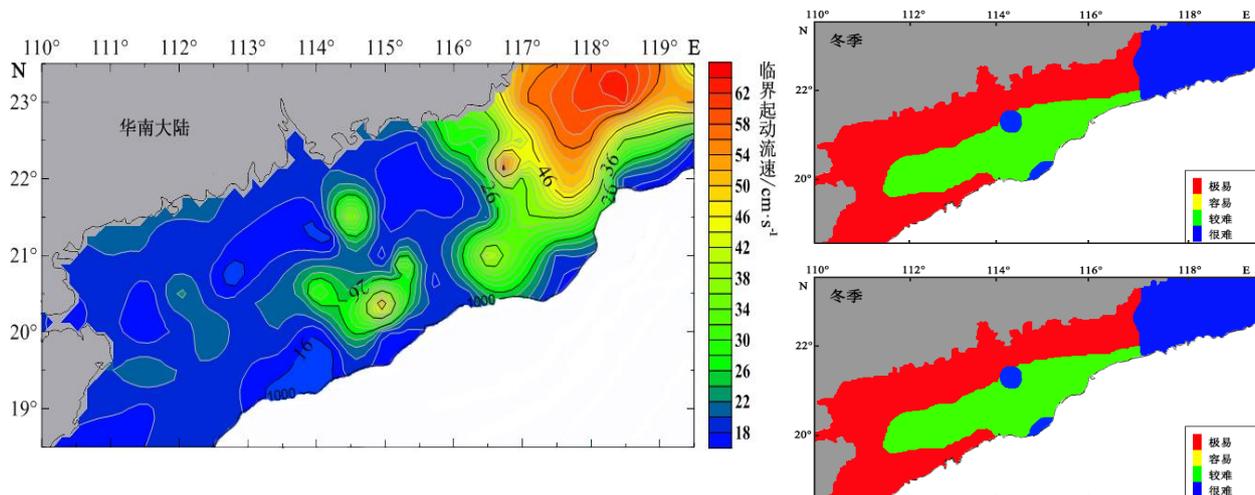


图 17. 南海北部陆架和上陆坡海底沉积物临界起动流速等值线图

SEEGeo

1. 海底三维高密度电阻率量测系统

本年度主要进行了实验样机的加工；研发采集控制系统，并初步进行了系统联调；参加了基金委南海北部综合航次调查，通过表层样品电阻率测试，初步分析了南海北部陆坡区沉积物电阻率特征。

2. 深海沉积物声学原位测量系统

制作了声学信号发生电路板、声学信号发射驱动电路板、信号放大与采集电路板、声波发射与接收过程控制电路板、声学主控

电路板和高低压电源产生电路板；完成了声学发射换能器和接收换能器的制作加工；开发了声学数据后处理系统。

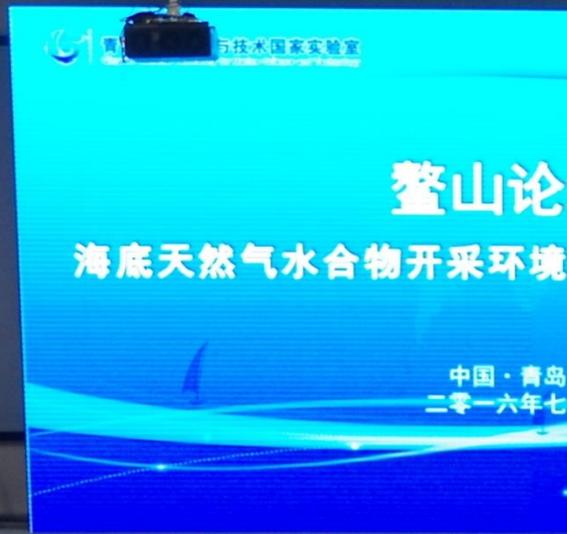
3. 海底长期观测供电量测研制

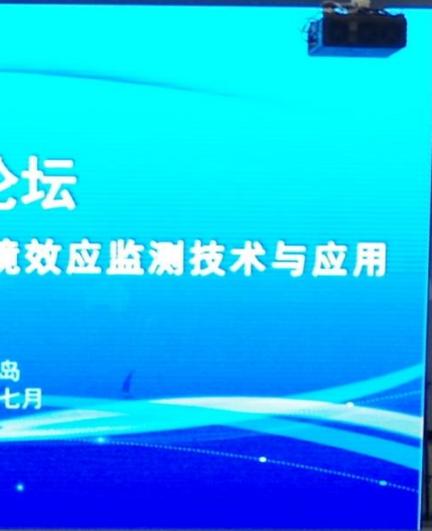
正极改性碳纤维刷在模拟深海环境下的性能；海水电池管理系统研制；采用新研制的改性碳纤维刷海水电池在浅海码头测试。

4. 观测平台设计、布放、回收方案

更改了设备的布防方式及贯入模式；完成了设备加工及室内动作调试。

E 合作与交流
Exchange &
Cooperation





主办/承办/参与会议

实验室组织或承办的会议

- 国家重大科研仪器研制项目“复杂深海工程地质原位长期观测设备研制(SEEGeo)”年度进展交流会，青岛，2016年2月2日
- 鳌山论坛-海底天然气水合物开采环境效应监测技术与应用，青岛，2016年7月2日-3日
- The First International Symposium on Marine Engineering Geology，青岛，2016年10月21日-24日。

国家重大科研仪器研制项目“复杂深海工程地质原位长期观测设备研制(SEEGeo)”年度进展交流会

2016年2月2日，国家重大科研仪器研制项目“复杂深海工程地质原位长期观测设备研制(SEEGeo)”年度进展交流会在青岛世园寒轩酒店冬贞楼会议室召开。

国家深海基地刘保华研究员主持了SEEGeo项目交流。首先，会议听取了项目负责人贾永刚教授的年度工作汇报。随后，郭秀军就子课题“海底三维高密度电阻率量测系统”、孟庆生就子课题“深海沉积物声学原位测量系统”、刘涛就子课题“海底沉积物孔隙水(气)压力测量系统”、刘兰军就子课题“海底长期观测总控与数据传输系统”、徐海波就子课题“海底长期观测电能供应系统”、张民

生就子课题“海底观测搭载平台及布放与回收”、许冬就子课题“现场长期观测点勘察与优选”的研究工作进行汇报。最后，与会专家对项目进行了质询与讨论，形成如下意见：

1、该项目内容为复杂深海工程地质原位长期观测设备研制，项目符合国家科学研究和技术研究趋势，对促进深海工程地质的发展起到了积极的推动作用。

2、项目组按照《实施方案》开展工作，取得一定阶段性成果，完成了《项目计划书》规定的年度任务。项目组具有良好的过程质量控制，注重日常资料的整理。

3、建议根据已经获得的南海拟布放点工程地质资料，进行SEEGeo结构尺寸与贯入海床深度的优化调整。



承办鳌山论坛-海底天然气水合物开采环境效应监测技术与应用

2016年7月2-3日,为推进水合物风险控制研究,围绕“海底天然气水合物开采环境效应监测技术与应用”主题,在青岛海洋科学与技术国家实验室(简称海洋国家实验室)召开鳌山论坛会议。会议由海洋国家实验室海洋地质过程与环境功能实验室和海洋国家实验室海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室联合主办,由中国海洋大学山东省海洋环境地质工程重点实验室承办。

会议邀请了来自中国海洋大学、大连理工大学、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、中国地质调查局、中国海洋石油总公司、中石油天津油服公司、同济大学、海洋地质所、地质调查局、深海基地管理中心及海洋局一所的多位专家。会议围绕深海天然气水合物开采的环境效应与原位长期监测技术进展,进行了4场特邀报告和7场专题报告。



大会报告





刘羽处长讲话



何满潮院士做报告



Mr. Nicholas Ramsey 会前短期课程



王栋教授会前短期课程

承办 The First International Symposium on Marine Engineering Geology (第一届国际海洋工程地质学术研讨会)

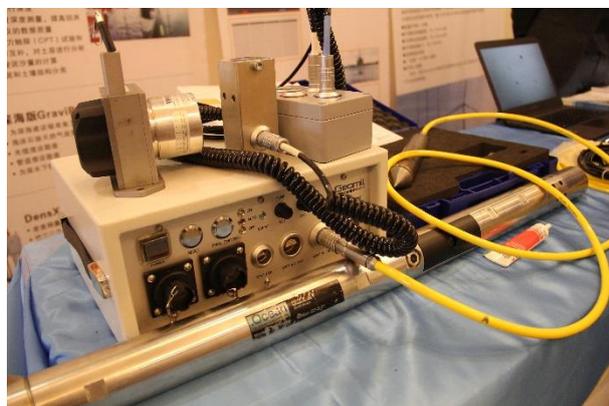
经 2014 年第十二届国际工程地质大会 (意大利都灵) 期间商议决定 , 2016 年 10 月 21 日 - 24 日 , 由国际工程地质与环境协会 (IAEG) 、 海洋工程地质委员会 (C34) 、 中国地质学会工程专业委员海洋工作委员会联合主办 , 由中国海洋大学、山东省环境地质工程重点实验室、青岛海洋国家实验室联合承办的 “ 第一届国际海洋工程地质学术研讨会 (ISMEG2016) ” 在青岛黄海饭店召开。中国海洋大学副校长李巍然 , 山东省科技厅基础处副处长王建新、国家基金委地学部处长刘羽出席会议。

会议开幕式由中国海洋大学环境科学与工程学院王栋教授主持 , 来自海内外 68 所高校、科研院所、出版机构的 200 余名专家教授及青年学者参加了本届会议。会议围绕 “ 海洋工程地质与地质灾害防护 ” 的主题展开了海洋沉积物工程特性、海洋地质灾害、海岸带工程地质等 6 个专题进行了深入的交流。会议特邀报告 13 个、组织专题口头报告 57 个、优秀展板报告 15 个。会议共注册 217 人 , 参会 300 余人 , 来自海内外 68 个单位 , 境外单位 15 个 ; 参会单位包括 : 挪威岩土工程研究所、Fugro AG、西澳大利亚大学、香港城市大学、清华大学、同济大学和 国家海洋局 等。



会后考察——青岛海洋科学与技术国家实验室

本届大会除了展板报告之外，还邀请了3家仪器厂商进行现场展览。论文将在 IAEG 会刊 Bulletin of Engineering Geology and the Environment 择优发表。



仪器设备展览

Dr. Britta Bienen
做报告

李巍然副校长
讲话

IAEG - C34 专委会合影留念



实验室注重开展广泛的国际合作和交流，把多种形式的国际合作和交流和实验室的科研实践活动有机结合起来，使之成为宣传实验室成果的重要渠道。与国际著名相关学术机构建立密切的协作关系，如香港城市大学海洋污染国家重点实验室、西澳大学海洋基

础系统中心、挪威土工研究所等，开展实质性的科学研究与人才培养合作；邀请国外高校的著名教授进行合作研究、授课和学术讲座，拓宽科学研究领域，使海洋环境地质工程实验室成为海洋工程地质和环境保护研究领域国际交流和合作的研究平台。

实验室成员参与的会议

国际会议

2016.01	中国海洋声学研讨会 (COA2016), 哈尔滨	刘晓磊
2016.04	General Assembly 2016 of the European Geosciences Union, 维也纳	彭辉、辛佳
2016.08	第 33 届国际地理大会, 北京	彭辉
2016.10	第一届国际海洋工程地质学术研讨会, 青岛	郭秀军、刘涛等
	<i>Long-term in-situ observations of engineering geological environment during hydrate production tests in deepwater</i>	贾永刚
特邀报告	<i>Large deformation analysis in offshore geotechnical engineering</i>	王栋
专题报告	孟庆生、许国辉、李博文、文明征、王振豪、张少同	

国内会议

2016.07	鳌山论坛—海底天然气水合物开采环境效应监测技术与应用, 青岛	
主题报告	深海天然气水合物开采环境效应与原位长期监测技术进展	贾永刚
特邀报告	水合物开发诱发海底滑坡风险评估	王栋
专题报告	郭秀军、刘涛、刘兰军、徐海波	
2016.10	第十届全国工程地质大会, 成都	刘红军等
邀请报告	渗流各向异性粘性土中的 CPT 孔压消散	王栋
青年特邀	波至海床液化诱发黄河口异重流及其原位观测技术	刘晓磊
专题报告	郭秀军、贾永刚、刘小丽、许国辉、李博闻、文明征、王振豪、张少同、朱超祁	
2016.10	第三届海底观测科学大会, 青岛	郭秀军等
邀请报告	深海底可燃冰开采工程地质环境原位长期观测技术研究	贾永刚

实验室成员参与的会议

国内会议

2016.10	高校环境类课程教学系列报告会，北京	赵阳国
2016.11	第一届铁环境化学及污染控制技术研讨会，上海	辛 佳
2016.11	第三届全国环境土工学术研讨会，南京	赵阳国
2016.11	山东省地球物理学会会议，青岛	
特邀报告	地下隐蔽管线探测新技术	孟庆生

周四 COFFEE TIME 学术交流

2015年11月起，实验室正式启动“周四 COFFEE TIME 学术交流”，每周四请实验室成员做学术讲座，内容涵盖学术探讨、运行管理、平台建设等方面。师生们共品咖啡，或交流最新学术进展，或对科学热点展开讨论，潜移默化间切实促进了相互了解，有利于营造更宽松自由的学术氛围，同时让更多的成员参与实验室管理与运行，为 MEGE 的发展献计献策。





F 科研设施
Facilities

科研用房

目前本实验室在中国海洋大学环境科学与工程学院拥有共享实验室用房 1500 平方米。包括海洋工程模拟试验大厅、海洋土力学模拟试验大厅、海洋环境重点实验室、智能仪器实验室等。

科研仪器

本实验室拥有比较齐全的海洋观测和调

查设备，试验设备总体达到国内先进，现有仪器设备总价值达 1020 万元，其中，50 万元上的 5 台，20 万元以上的 11 台，5 万元以上 25 台。根据国家实验室组建单位签署的“海洋科研仪器设备及基础性资源共享开放协议”，将单件价值大于 10 万元仪器设备及基础性资源全部纳入功能实验室，实行“产权不变，统一调配，优势互补、有偿使用”的管理办法，以发挥已有科技资源的最大效益



土质与土力学实验室	污染控制实验室	环境化学实验室
环境地球物理实验室	综合分析实验室	环境生物化学实验室
地质灾害过程模拟实验室	环境监测实验室	环境地质实验室

实验室现有主要科研设备			
设备名称	型号	价格 (万元)	购买时间
非饱和导水率测量系统	DT 04-01	23.3	2008.01
LTD 土壤污染快速检测仪	LTD-2100	21.3	2008.01
气质联用仪	6890N-5975B	63.9	2007.01
傅立叶变换红外光谱仪	Tensor 27	17.2	2008.01
气相色谱仪	GC-14CPF	10.6	2008.01
原子吸收分光光度计	M6	49.9	2007.11
海床侵蚀淤积自动监测仪	ALTUS	19.0	2008.01
岸滩侵蚀及波浪导致海床底部失稳模拟系统	定制	15.7	2007.05
PLAXIS 岩土工程分析软件	PLAXIS-2D PLAXIS-3D	9.8	2009.01
微机控制土动三轴试验机	W3ZB	32.0	2007.9
离子色谱仪	ICS-3000	64.6	2007.07
气质联用仪	6890N-5975B	63.9	2007.01
毛细管电泳仪	Agilent3DCE	49.8	2007.06
PCR 自动系列化分析仪	7500	47.3	2006.06
生物呼吸仪	BI-2000	33.0	2007.01
高速冷冻离心机	CR22GII	16.7	2007.01
真空冷冻干燥机	7670530	10.0	2007.01
气相色谱仪	GC-14CPF	10.6	2008.01
原子吸收分光光度计	M6	49.9	2007.11
傅立叶变换红外光谱仪	Tensor 27	17.2	2008.01
LTD 土壤污染快速检测仪	LTD-2100	21.3	2008.01
微机控制液压伺服土动三轴试验机	WLD-B	64	2005.01
WH-800 非饱和带水-盐测试系统	WH-800	15	2008.02
地下环境探测仪	LED-2000	20	2009.05
多功能岩土工程测试系统	KTG	20	2005.06

实验室海洋观测设备



海底原位综合观测系统



三脚架仪器搭载实物图



海底边界层动态变化
原位观测系统



海洋静力触探仪 (CPT)



海底电磁原位测量



海底沉积物声波原位测量



侧扫声呐



浅地层剖面仪



泥沙捕获器



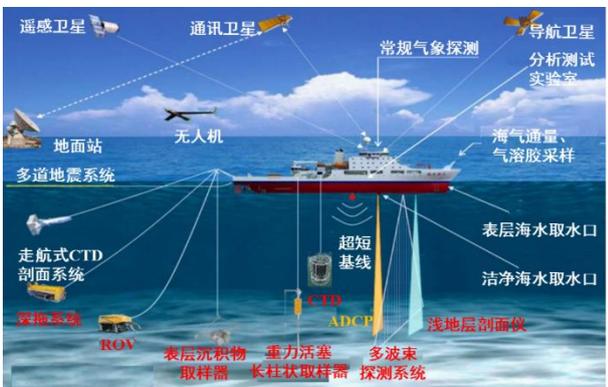
东方红 2 号



海大号



天使 1 号



东方红 3 号

海洋调查船

实验室可以共享使用国家海洋局和中国海洋大学所属的多艘海洋调查船，中国海洋大学调查船队基本组成了自近岸、近海至深远海并辐射到极地的海上综合流动实验室，初步具备国内一流的系统化现场观测能力。

东方红 2 号海洋综合调查船是中国海洋大学涉海专业学生的重要实践基地，全船共有 15 个实验室，可提供物理海洋、海洋大气、海洋化学、海洋生物、海洋地质和海洋地球物理等海洋学科的综合调查和部分专项调查并可同时进行分析研究工作，在培养海洋事业人才方面发挥着重要作用。

“海大号”海洋科学调查船，由中国海洋大学与企业合作共建共管，该船主要作业包括二缆三维物探调查作业、4000 米海洋电法调查深拖作业、专业沉积环境物探走航调查等，可弥补国内海底三维地震监测和海洋电法调查深拖作业空白。

“天使 1 号”总长 34.3 米，能集科研、教学实习为一体，满足近海、近岸海洋气象、化学、生物、地质、环境、水文、海洋渔业资源、渔业捕捞等多学科综合调查。该船还专门设计了可拆式的艏部浅钻平台及艏锚定位装置，能满足浅水钻探功能；设计了一套实验竖井及其收放装置，能满足自研仪器及便携式仪器的试验等，拓展了该船的使用功能和适用范围，提高了综合经济效益。

东方红 3 号是一艘 5000 吨级新型深远海综合科学考察实习船，该船建成后，具有全球航行、多学科交叉综合作业能力，其技术服务水平、调查能力和管理水平将达到国际先进水平。

R 科研成果 Research Results

2016 年实验室发表学术论文 42 篇，其中 SCI/EI 收录论文 29 篇。出版专著/编著 1 部。本年度获授权专利 16 项，其中，获授权国家发明专利 10 项，实用新型专利 3 项，计算机软件著作权 2 项，美国发明专利 1 项。进一步提升了学院的科技水平和竞争能力。

论文发表

SCI 收录

- [1] Guo L, Sun M, Zong Y, Zhao Y, Gao M, She Z. Comparison of multi-enzyme and thermophilic bacteria on the hydrolysis of mariculture organic waste (MOW). *Water Science and technology*, 2016, 73(3), 1978-1985.
- [2] Guo Y, Guo L, Sun M, Zhao Y, Gao M, She Z. Effects of hydraulic retention time (HRT) on denitrification using waste activated sludge thermal hydrolysis liquid and acidogenic liquid as carbon sources. *Bioresource Technology*, 2017, 224,147-156.
- [3] Jia Y, Zhu C, Liu L, Wang D. Marine geohazards: review and future perspective. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 2016, 90(4), 1455-1470.
- [4] Liu X, Jia Y, Zheng J, Wen M, Shan H. An experimental investigation of wave-induced sediment responses in a natural silty seabed: New insights into seabed stratification. *Sedimentology*, 2017, 64, 508-529.
- [5] Ma B, Wang S, Li Z, Gao M, Li S, Guo L, She Z, Zhao Y, Zheng D, Jin C, Wang X, Gao F. Magnetic Fe₃O₄ nanoparticles induced effects on performance and microbial community of activated sludge from a sequencing batch reactor under long-term exposure. *Bioresource Technology*, 2017, 225, 377-385.
- [6] Sun J, Guo L, Li Q, Zhao Y, Gao M, She Z, Jin C. Three-dimensional fluorescence excitation-emission matrix (EEM) spectroscopy with regional integration analysis for assessing waste sludge hydrolysis at different pretreated temperatures. *Environmental Science and Pollution Research*, 2016, 23(23), 24061-24067.
- [7] Sun J, Sun M, Guo L, Zhao Y, Gao M, She Z. The effects of denitrification with sludge alkaline fermentation liquid and thermal hydrolysis liquid as carbon sources. *RSC Advances*, 2016, 6, 72333-72341.
- [8] Wang D and Bienen B. Numerical investigation of penetration of a large-diameter footing into normally consolidated kaolin clay with a consolidation phase. *Geotechnique*, 2016, 66(11), 947-952.
- [9] Wang S, Gao M, Li Z, She Z, Wu J, Zheng D, Guo L, Yangguo Zhao, Feng Gao, Xuejiao Wang. Performance evaluation, microbial enzymatic activity and microbial community of a sequencing batch reactor under long-term exposure to cerium dioxide nanoparticles. *Bioresource Technology*, 2016, 220, 262-270.
- [10] Wang S, Gao M, She Z, Zheng D, Jin C, Guo L, Zhao Y, Li Z, Wang X. Long-term effects of ZnO nanoparticles on nitrogen and phosphorus removal, microbial activity and microbial community of a sequencing batch reactor. *Bioresource Technology*, 2016, 216, 428-436.
- [11] Wang S, Li Z, Gao M, She Z, Guo L, Zheng D, Zhao Y, Ma B, Gao F, Wang X. Long-term effects of nickel oxide nanoparticles on performance, microbial enzymatic activity, and microbial community of a sequencing batch reactor. *Chemosphere*, 2017, 169, 387-395.
- [12] Wang S, Li Z, Gao M, She Z, Ma B, Guo L, Zheng D, Zhao Y, Jin C, Wang X, Gao F. Long-term effects of cupric oxide nanoparticles (CuO NPs) on the performance, microbial community and enzymatic activity of activated sludge in a sequencing batch reactor. *Journal of Environmental Management*, 2017, 187, 330-339.
- [13] Xin J, Tang F, Zheng X, Shao H, Kolditz O, Lu X. Distinct kinetics and mechanisms of mZVI particles aging in saline and fresh groundwater: H₂ evolution and surface passivation. *Water Research*, 2016, 100, 80-87.
- [14] Xu G, Liu Z, Sun Y, Wang X. Experimental characterization of storm liquefaction deposits sequences. *Marine Geology*, 2016, 382, 191-199.
- [15] Yang S, Li L, Xiao T, Zhang J, Shao X. Reuse performance of granular activated carbon (GAC) and activated carbon fiber (ACF) in catalyzed peroxymonosulfate oxidation. *Environmental Technology*, 2017, 38(5), 598-605.
- [16] Yang S, Li L, Xiao T, Zhang Y, Zheng D. Promoting effect of ammonia modification on

activated carbon catalyzed peroxymonosulfate oxidation. Separation and Purification Technology, 2016, 160, 81-88.

- [17] Yang S, Li L, Xiao T, Zheng D, Zhang Y. Role of surface chemistry in modified ACF (activated carbon fiber)-catalyzed peroxymonosulfate oxidation. Applied Surface Science, 2016, 383, 142-150.
- [18] Yang S, Li Y, Wang L, Feng L. Use of peroxymonosulfate in wet scrubbing process for efficient odor control. Separation and Purification Technology, 2016, 158, 80-86.
- [19] Zhang S, Jia Y, Wen M, Wang Z, Zhang Y, Zhu C, Li B, Liu X. Vertical migration of fine-grained sediments from interior to surface of seabed driven by seepage flows—‘sub-bottom sediment pump action’. Journal of Ocean University of China, 2017(16), 15-24.
- [20] Zhao Y, Guo L, She Z, Gao M, Guo L. Effect of gradual-increasing aeration mode in an aerobic tank on nutrients’ removal and functional microbial communities. Environmental Technology, 2016, DOI:10.1080/09593330.2016.1272636.
- [21] Zhao Y, Zheng Y, Tian W, Bai J, Feng G, Guo L, Gao M. Enrichment and immobilization of sulfide removal microbiota applied for environmental biological remediation of aquaculture area. Environmental Pollution, 2016, 214, 307-313.
- [22] Zheng D, Chang Q, Li Z, Gao M, She Z, Wang X, Guo L, Zhao Y, Jin C, Gao F. Performance and microbial community of a sequencing batch biofilm reactor treating synthetic mariculture wastewater under long-term exposure to norfloxacin. Bioresource Technology, 2016, 222, 139-147.
- [23] Zheng J, Liu B, Kan J, Li G, Pei Y, Liu X. The sound velocity and bulk properties of sediments in the Bohai Sea and the Yellow Sea of China. Acta Oceanologica Sinica, 2016, 35(7), 76-86.
- [24] 杨世迎, 张宜涛, 郑迪. 高级还原技术: 一种水处理新技术. 化学进展, 2016, 28 (6), 934-941.
- [25] 杨世迎, 郑迪, 常书雅, 石超. 基于零价铝的氧化/还原技术在水处理中的应用. 化学进展, 2016, 28(5), 754-762.

EI 收录

- [1] Liu X, Zheng J, Liu B, Jia Y, Sun L. Laboratory measurements of acoustic properties for marine

fluid-mud deposits. 2016 IEEE/OES China Ocean Acoustics (COA), 2016, pp. 1-5.

- [2] 董冰冰, 陈友媛, 惠红霞, 陆维佳, 杨秀卿, 刘逸凡. 黑麦草和牵牛花对铬耐受能力和积累效果的指标表征研究. 环境科学, 2016, 37(10), 4044-4053.
- [3] 刘红军, 王荃迪, 潘晨晨. 海上风电伞式吸力锚基础承载性能研究. 水利学报, 2016, 47(10), 1339-1344.
- [4] 田壮才, 郭秀军, 乔路正. 南海北部海底沉积物临界起动流速空间分布特征分析. 岩石力学与工程学报, (2016)增, 2-4287-08.

核心期刊

- [1] 张少同, 贾永刚, 郭磊, 刘晓磊, 文明征, 单红仙. 黄河口埕岛海域悬浮沉积物沉降规律原位观测. 海洋地质与第四纪地质, 2016, 36(3), 171-181.
- [2] 侯跃, 刘涛, 黄永亮. 基于热力耦合数值模拟的膨胀土深基坑变形特性研究. 工程地质学报, 2016, 24(S2), 832-840.
- [3] 李博闻, 单红仙, 张少同, 文明征, 贾永刚. 波浪与潮流对潮滩悬沙含量贡献的现场观测. 海洋地质与第四纪地质, 2016, 36(3), 183-190.
- [4] 李倩倩, 郭亮, 赵阳国, 余宗莲, 高孟春, 柳苗苗. 热处理温度对污泥水解效果的影响及其三维荧光光谱 (EEM) 特征. 中国海洋大学学报, 2016, 46(9), 102-106.
- [5] 刘贯群, 王婷, 黄修东, 周书玉, 徐栋, 岳彩东. 大沽河拦河闸坝影响下平原区地下水资源评价. 中国海洋大学学报, 2016, 46(12), 087-095.
- [6] 刘贯群, 周书玉, 黄修东, 黄修东, 王婷, 徐栋, 岳彩东. 多种方法识别青岛大沽河平原区地下水硝酸盐污染来源. 环境科学学报, 2017, 37(1), 347-356.
- [7] 刘红军, 王荃迪, 唐慧玲. 海上风电伞式吸力锚基础结构优化设计及承载优势分析. 中国海洋大学学报, 2016, 45(9), 96-101.
- [8] 刘姣, 单红仙, 王伟宏, 张少同, 刘晓磊, 贾永刚. 海洋盐度场对细粒沉积物临界剪应力影响. 海洋地质与第四纪地质, 2016, 36(5), 35-41.
- [9] 刘涛, 崔逢, 张美鑫. 波浪作用下液化粉土流动特性拖球试验研究. 海洋学报, 2016, 38(3), 123-130.
- [10] 吕楚岫, 许国辉, 任宇鹏, 陈昌昀. 不同含沙量浑水体流变特性试验研究. 中国海洋大学学报, 2016, 46(12), 36-44.

- [11] 徐娜, 司晓东, 侯跃, 刘涛. 滨海复杂地层长大深基坑施工变形实测分析. 工程地质学报, 2016, 24(5), 806-814.
- [12] 张红, 贾永刚, 刘晓磊, 张少同, 朱超祁, 单红仙. 黄土迁移入海过程中工程性质的变化研究. 工程地质学报, 2016, 24(5), 941-950.
- [13] 郑宇, 王晓琼, 赵阳国, 冯巩, 申志聪. 包埋法固定化对硫氧化微生物菌群结构和功能的影响. 微生物学报, 2016, 56(9), 1504-1512.

专著教材

赵阳国, 白洁, 高会旺. 辽河口湿地生态修复理论与方法. 海洋出版社. 2016年11月.

授权专利

- [1] Xu H, Lu Y, Wang J, Sun R. Nanometer powder catalyst and its preparation method. US 8946116B2. (美国发明专利)
- [2] 郭秀军、丁浩、尚可旭, 桥梁桩周土冲刷原位监测方法及系统, ZL201410591211.7. (发明专利)
- [3] 季军远, 王欢, 郑西来, 一种原位修复地下水硝酸盐的微生物燃料电池, ZL201410331214.7. (发明专利)
- [4] 贾永刚, 郭磊, 刘晓磊, 张少同, 王振豪, 单红仙. 一种深海底孔隙水压力长期观测自动布放系统与方法. 山东. CN104776834A. 42566. (发明专利)
- [5] 贾永刚, 郭磊, 刘晓磊, 张少同, 王振豪, 单红仙. 一种自动升降的无缆式深海底孔隙水压力长期观测装置. 山东. CN104792452A. 42573. (发明专利)
- [6] 贾永刚, 王振豪, 刘晓磊, 郭磊, 张少同, 文明征, 朱超祁, 单红仙, 海床侧向变形与滑动观测装置及方法, ZL201510717982.0. (发明专利)
- [7] 贾永刚, 文明征, 郭磊, 王振豪, 刘晓磊, 张少同, 单红仙. 基于振动液化原理的滩浅海孔隙水压力原位观测系统. 山东. CN105953971A. 42634. (发明专利)
- [8] 贾永刚, 文明征, 郭磊, 王振豪, 刘晓磊, 张少同, 单红仙. 基于振动液化原理的滩浅海孔隙水压力原位观测装置与方法. 山东. CN105716781A. 42550. (发明专利)
- [9] 贾永刚, 张少同, 王振豪, 刘晓磊, 郭磊, 孙永福, 印萍, 单红仙, 潮滩海床内部垂向泵送运输的沉积物的捕获装置及方法, ZL.201410389538.6. (发明专利)
- [10] 李英, 金春姬, 一种厌氧膜生物反应器, 201620234998.6. (实用新型)

- [11] 鲁静, 金春姬, 一种高效产甲烷厌氧发酵系统, 201620313786.7. (实用新型)
- [12] 孟庆生、刘圣彪、张心彬、贾永刚, 海底沉积物声学原位测量数据信息化处理系统, 2016SR067916. (软件著作权)
- [13] 孟庆生、肖志广、佟雪、郑西来、韩凯, 一种系统检测海水入侵的方法, ZL201510193966.6. (发明专利)
- [14] 孟庆生、张心彬、刘圣彪、肖志广, 探地雷达数据处理与解释系统, 2016SR066548. (软件著作权)
- [15] 彭昌盛, 刘萍, 马蕾, 一种利用选择性渗透反应墙技术防治海水入侵的方法, ZL201210064131.7. (发明专利)
- [16] 彭昌盛, 袁合涛, 杨可, 一种瓦式太阳能节能建筑构件, 201520177495.5. (实用新型)

荣誉奖励

- [1] 刘晓磊博士荣获中国地质学会工程地质专业委员会第三届谷德振青年科技奖。
- [2] 彭昌盛副教授荣获中国海洋大学“国家级大学生创新创业训练计划”“本科生研究发展计划”优秀指导教师。
- [3] 杨俊杰教授荣获山东省日照市科学技术奖。

The
United
States
of
America



**The Director of the United States
Patent and Trademark Office**

Has received an application for a patent for a new and useful invention. The title and description of the invention are enclosed. The requirements of law have been complied with, and it has been determined that a patent on the invention shall be granted under the law.

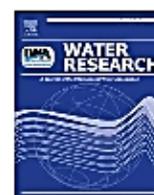
Therefore, this

United States Patent

Grants to the person(s) having title to this patent the right to exclude others from making, using, offering for sale, or selling the invention throughout the United States of America or importing the invention into the United States of America, and if the invention is a process, of the right to exclude others from using, offering for sale or selling throughout the United States of America, or importing into the United States of America, products made by that process, for the term set forth in 35 U.S.C. 154(a)(2) or (c)(1), subject to the payment of maintenance fees as provided by 35 U.S.C. 41(b). See the Maintenance Fee Notice on the inside of the cover.

Michelle K. Lee

Deputy Director of the United States Patent and Trademark Office



Distinct kinetics and mechanisms of mZVI particles aging in saline and fresh groundwater: H₂ evolution and surface passivation



Jia Xin^a, Fenglin Tang^a, Xilai Zheng^{a,*}, Haibing Shao^b, Olaf Kolditz^b, Xin Lu^c

^a Key Lab of Marine Environmental Science and Ecology, Ministry of Education, Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Environment and Geological Engineering, College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China

^b Helmholtz Center for Environmental Research UFZ/TU Dresden, Leipzig 034202, Germany

^c CNPC Research Institute of Safety & Environmental Technology, Beijing 102206, China

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 February 2016

Received in revised form

26 April 2016

Accepted 28 April 2016

Available online 6 May 2016

Keywords:

Microscale zero-valent iron (mZVI)

Aging

Passivation

Hydrogen production

Saline groundwater

ABSTRACT

Application of microscale zero-valent iron (mZVI) is a promising technology for in-situ contaminated groundwater remediation; however, its longevity is negatively impacted by surface passivation, especially in saline groundwater. In this study, the aging behavior of mZVI particles was investigated in three media (milli-Q water, fresh groundwater and saline groundwater) using batch experiments to evaluate their potential corrosion and passivation performance under different field conditions. The results indicated that mZVI was reactive for 0–7 days of exposure to water and then gradually lost H₂-generating capacity over the next hundred days in all of the tested media. In comparison, mZVI in saline groundwater exhibited the fastest corrosion rate during the early phase (0–7 d), followed by the sharpest kinetic constant decline in the latter phases. The SEM-EDS and XPS analyses demonstrated that in the saline groundwater, a thin and compact oxide film was immediately formed on the surface and significantly shielded the iron reactive site. Nevertheless, in fresh groundwater and milli-Q water, a passive layer composed of loosely and unevenly distributed precipitates slowly formed, with abundant reactive sites available to support continuous iron corrosion. These findings provide insight into the molecular-scale mechanism that governs mZVI passivation and provide implications for long-term mZVI application in saline contaminated groundwater.

© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

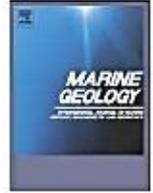
Many coastal aquifers adjacent to industrial sites are known to suffer from serious groundwater contamination (Colombani et al., 2015). However, little is known about how such contaminated coastal aquifers harbor another severe problem—groundwater salinization. The intrusion of saltwater into coastal aquifers is a common problem in coastal zones around the world due to overexploitation of groundwater (Masciopinto, 2013), which has triggered the occurrence of groundwater with relatively high salinity in coastal areas (Zhou et al., 2009). Therefore, it is necessary to develop remediation methods that have high efficiency in such saline contaminated groundwater and that can be used in engineering practice.

Application of zero-valent iron (ZVI) is a cost-effective solution

for a number of complex and challenging groundwater remediation problems, including heavy metals (Qiu et al., 2013) and dense non-aqueous phase liquids (DNAPLs) (Fagerlund et al., 2012; Su et al., 2012). Recently, there has been growing interest in *in-situ* remediation via the direct injection of finer ZVI particles (microscale and nanoscale) into subsurface water supplies. The *in-situ* injection technology effectively remediates contaminant plumes in the source zone and substantially reduces the remediation cost and time (Comba et al., 2011). The lower health risks, good reactivity and low cost make microscale zero-valent iron (mZVI) particles a more suitable reduction agent for the remediation of contaminated groundwater (Lee et al., 2008). High effectiveness of groundwater remediation by ZVI in the laboratory and field has been reported by several researchers (Comba et al., 2011). However, passivation of ZVI is the main problem for long-term effectiveness (Lu et al., 2012). The rate and extent of passivation and the types of mineral phases present on the ZVI surface depend on the groundwater chemical conditions under which the particles are exposed. Therefore, when such technology is applied to saline contaminated groundwater,

* Corresponding author.

E-mail address: zhxilai@ouc.edu.cn (X. Zheng).



Experimental characterization of storm liquefaction deposits sequences



Guohui Xu^{a,b}, Zhiqin Liu^{c,a}, Yongfu Sun^{c,*}, Xin Wang^a, Lin Lin^d, Yupeng Ren^a

^a Key Laboratory of Marine Environment and Ecology, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266100, China

^b Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Environment and Geological Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China

^c First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China

^d Key Laboratory of Seafloor Resource and Exploration Technique of Ministry of Education, Qingdao 266100, China

ARTICLE INFO

Article history:

Received 3 June 2016

Received in revised form 22 October 2016

Accepted 28 October 2016

Available online 31 October 2016

Keywords:

Storm liquefaction deposits

Silt sediment

Liquefaction

Re-stratification

Seabed

ABSTRACT

The collapse depressions in waters of the Yellow River delta are the result of silty sediment liquefaction produced by storm waves. The internal characteristics and formation process of the strata in collapse depressions were studied with consideration of re-stratification caused by sediment liquefaction in coastal areas. In wave flume experiments, silty sediment collected from the Yellow River Delta was shaped into a model seabed. The original uniform sediment stratum was re-stratified and formed into a new structure characteristic of liquefied sediments fluctuating with wave movement. Wave action appears to cause silty sediment liquefaction. Liquefied sediment moved elliptically with wave action, leading to granularity-based deposit differentiation in situ to re-form sedimentary strata. This is probably the cause of collapse depressions in the Yellow River delta. Based on these results and comparison with the stratum under the collapse depressions in the Yellow River delta, we propose that liquefaction deposits are responsible for the bottom to top sequence of graded bedding, convolute bedding, and parallel bedding.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Turbidite deposition in deep aquatic basins can lead to the formation of Bouma, Lowe, or Stow and Piper sequences (Kuenen and Migliorini, 1950; Bouma et al., 1962; Lowe, 1982; Stow and Piper, 1984). Storm action in shallow marine basins can result from redeposition of storm deposit turbidites (Aigner, 1979). Storm deposits have typical sedimentary characteristics which include hummocky-cross bedding (Harms, 1975) and decreasing grain size in deposits from the bottom to the top (Aigner, 1982; Monaco, 1992). Research on storm deposits has focused on on-site deposition power, sediment transport, and deposition processes (Li et al., 1997; Williams and Rose, 2001; Pepper and Stone, 2004; Guillén et al., 2006; Palinkas et al., 2010; Aagaard et al., 2012). The characteristics of sediments formed under storm conditions often correspond to the specific data obtained (Roberts et al., 2013; Palinkas et al., 2014). Under the actions of tidal waves, the sedimentary stratum on tidal flats consists of flow rolls and water-escape structures (Greb and Archer, 2007; Fan et al., 2014).

The major issue related to storm sediment in shallow water is the erosion and transportation of surface sediments on the seafloor made by storm induced currents, then sediments are re-sorted and deposited between the normal wave base and storm wave base (or in the lower part of the storm wave base). Sediments are transported by flow from

the source region of erosion to the sediment deposition site and, during this process, the stratification characteristics (such as hummocky-cross bedding) and graded structure of storm sediment were formed. If storm waves in shallow water can liquefy seabed sediment, then how does the liquefied region vary, and what are the characteristics of the resulting strata (Fig. 1)?

Storm waves can cause liquefaction of the seabed sediment resulting in cyclic loading. Cyclic loading from waves can lead to the liquefaction of seabed sand (Ishihara and Yamazaki, 1984). The process of coastal zone sediment liquefaction has been studied with pore pressure record probes (Zen and Yamazaki, 1990, 1991; Obermeier et al., 2005). Dynamic triaxial testing in combination with analysis of seabed sediment liquefaction demonstrated that the maximum liquefaction depth for sand in 8 m of water during a storm event was 6.1 m (Chang et al., 2004). Significant collapse was found in the silty sediments of Yellow River delta waters with slopes < 1 degree (Prior et al., 1986). The collapsing of the sedimentary dynamics equipment buried in the Yellow River delta seabed under the storm wave action (Prior et al., 1989) may be caused by sediment liquefaction. In liquefaction studies of the seabed sediment in the Yellow River delta, the liquefaction depth, in 8 m of water, could reach 4.1 m, and collapses occurred in the liquefied seabed (Sun et al., 2008; Xu et al., 2008; Xu et al., 2009). We report a simulation of the strata reconstruction process of liquefied silty sand under wave action using an indoor flume experiment. We develop the concept of storm liquefied sediment and provide the structure, construction, and engineering geology features of storm liquefied sediment strata.

* Corresponding author.

E-mail address: Sunyongfu@fo.org.cn (Y. Sun).

TECHNICAL NOTE

Numerical investigation of penetration of a large-diameter footing into normally consolidated kaolin clay with a consolidation phase

D. WANG* and B. BIENEN†

Jack-up installation is typically discontinuous with seawater ballast being taken on and shed again periodically to elevate the hull out of the ocean as the spudcan footings penetrate the soil. Any pauses in the footing penetration provide the opportunity for consolidation to occur in sufficiently permeable cohesive soils. The undrained shear strength underneath the spudcan is increased during consolidation, which enhances the penetration resistance within a limited extent immediately after the consolidation. This phenomenon has been explored in a limited number of centrifuge tests, but cannot be reproduced using conventional finite-element methods. An effective stress large-deformation finite-element approach based on periodic mesh regeneration is employed to capture the entire process of 'penetration-consolidation-penetration', with the modified Cam-clay model being incorporated to represent the behaviour of normally consolidated kaolin clays. The numerical model established is verified by comparison with two series of centrifuge tests before exploring the influence of key parameters, including consolidation depth, consolidation duration, coefficient of consolidations, anisotropy of permeability and loads held during consolidation. The normalised consolidation duration is identified as the dominant factor that affects the post-consolidation peak in penetration resistance. A simple method is proposed to estimate the post-consolidation penetration resistance.

KEYWORDS: bearing capacity; clays; consolidation; finite-element modelling; footings/foundations; offshore engineering

INTRODUCTION

Prior to the installation of a mobile offshore jack-up platform at a site, the load-penetration curve is required to be predicted. Typically bearing capacity theory is used at a series of embedment depths, with the soil response assumed to be drained in sand and undrained in clay (ISO, 2012). However, jack-up installation typically is a discontinuous process, with any pauses providing the opportunity for consolidation to occur in sufficiently permeable cohesive soils (such as silty clays and clayey silts), which results in a zone of increased strength of the soil and then an enhancement in the penetration resistance. Brennan *et al.* (2006) reported such 'set-up' behaviour even for relatively short durations of preloading holds of around 3~4 h. The penetration-consolidation-penetration response of spudcan footings has to date been investigated in experiments performed in centrifuges at the University of Western Australia (UWA, Barbosa-Cruz, 2007; Bienen & Cassidy, 2013; Stanier *et al.*, 2014; Bienen *et al.*, 2015). The existing centrifuge tests have limitations, as follows. (a) The load during the consolidation stage was maintained as the penetration resistance at the beginning of consolidation, which may not represent all practical scenarios. (b) The soil samples prepared were isotropic in permeability, while the permeability ratios of in-field

naturally deposited sediments usually range between 1 and 5 (Vessia *et al.*, 2012).

In this note, the entire 'penetration-consolidation-penetration' process of a spudcan in permeable clayey soil is investigated using a large-deformation finite-element (LDFE) method based on frequent mesh regeneration. The numerical model is validated by comparing with centrifuge tests of Purwana (2006) and Bienen & Cassidy (2013) for different kaolin clays. Further study is conducted to explore the effects of several key factors which are not covered in the previous tests. A simplified method for predicting the post-consolidation penetration resistance is proposed.

METHODOLOGY

The 'penetration-consolidation-penetration' of spudcan footings was investigated using an axisymmetric LDFE approach, remeshing and interpolation technique with small strains (RITSS), incorporating the modified Cam-clay (MCC) model. The details of the RITSS for coupled effective stress-pore pressure problems can be found in Wang *et al.* (2010, 2013, 2015). The soil close to the spudcan undergoes extreme and sudden changes in geometry in the very early stages of the installation process. To ensure computational convergence in the early stages of the LDFE analysis, the spudcan was pre-embedded at a shallow depth, $\sim 0.6D$, where D is the spudcan diameter. This was shown not to affect the results as sufficient penetration ($0.3D$ minimum) preceded the consolidation stage. During consolidation, the load imposed on the spudcan was held constant as a fraction α of the resistance at the end of the first penetration stage. The shafted spudcan-soil interaction was simulated with frictionless contact (frictional contact yielded only slightly higher results). Drainage was permitted only at the soil surface. The soil horizontal and vertical dimensions were

Manuscript received 9 March 2015; revised manuscript accepted 25 May 2016.

Discussion on this paper is welcomed by the editor.

* Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Environment and Geological Engineering, Ocean University of China, Qingdao, Shandong, China; formerly Centre for Offshore Foundation Systems, University of Western Australia, Perth, WA, Australia.

† Centre for Offshore Foundation Systems, University of Western Australia, Perth, WA, Australia.



Enrichment and immobilization of sulfide removal microbiota applied for environmental biological remediation of aquaculture area[☆]



Yang-Guo Zhao^{a, b, c, *}, Yu Zheng^c, Weijun Tian^{a, c}, Jie Bai^{a, c}, Gong Feng^c, Liang Guo^{a, b, c}, Mengchun Gao^{a, b, c}

^a Key Laboratory of Marine Environment and Ecology (Ocean University of China), Ministry of Education, Qingdao 266100, China

^b Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Environment and Geological Engineering (MEGE), Ocean University of China, Qingdao 266100, China

^c College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 December 2015

Received in revised form

10 March 2016

Accepted 10 March 2016

Keywords:

Sulfide removal

Microbial community

Immobilization

Environmental bioremediation

ABSTRACT

To remove sulfide in the deteriorating aquaculture sediment and water, sulfide-oxidizing microbiota was enriched from Jiaozhou Bay, China, by using sulfide-rich medium. Composition and structure of microbial communities in the enrichments were investigated by 16S rDNA molecular biotechniques. Results showed that microbial community structure continuously shifted and the abundance of sulfate reducing bacteria, i.e., *Desulfobacterium*, *Desulfococcus* and *Desulfobacca* apparently declined. Several halophile genera, *Vibrio*, *Marinobacter*, *Pseudomonas*, *Prochlorococcus*, *Pediococcus* and *Thiobacillus* predominated finally in the microbiota. The enriched microbiota was capable of removing a maximum of 1000 mg/L sulfide within 12 h with 10% inoculum at pH 7.0, 20–30 °C. After immobilized, the microbiota presented excellent resistance to impact and could completely remove 600 mg/L sulfide in 12 h. Moreover, the immobilized microbiota recovered well even recycled for five times. In conclusion, the immobilized sulfide-removing microbiota showed a quite promising application for biological restoring of sulfide-rich aquaculture environment.

© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Sulfide, an important water pollutant widely found in petrochemical, pharmaceutical, tannery and aquaculture wastewater, has been demonstrated to have interference and inhibition on metabolism and health of plants and animals in sulfide-rich environment (Wu et al., 2016). In marine sediment, the sulfide (S^{2-} , HS^-) content is significantly and positively correlated with total organic carbon (Gao et al., 2013). Discharges of anthropogenic organic materials and redundant bait feeding in marine aquaculture area often lead to high sulfide concentration in sediment, even in overlying water (Chen et al., 2014). This will further result in massive death of aquatic life and even damage to the local ecosystem (Reese et al., 2008). The removal of sulfide or inhibition of sulfide production in aquaculture environment is commonly applied by coal ash (Asaoka et al., 2009) or ferric hydroxide (Sun

et al., 2014). However, these physical or chemical measures are costly and easy to produce secondary pollution, and the most important is they are hard to achieve long-term and permanent efficiency. Comparatively, biological sulfide removal by indigenous microorganisms provides an environment-friendly, effective, and permanent strategy; therefore is more promising in sulfide removal in the deteriorating aquaculture water.

Sulfur-oxidizing bacteria (SOB) are a group of high diverse microorganisms with the capacity of oxidizing sulfide or sulfur (Tang et al., 2009). SOB application in sulfide biological removal in industries has been widely reported (Tang et al., 2009). Moreover, indigenous bacterial species always have higher suitability and a better environmental friendliness than allochthonous species during practice of ecological restoration (Li et al., 2013; Ortiz et al., 2015). Thus, the marine sediment-originating sulfide-oxidizing microbiota is more suitable for sulfide biological removal in marine aquaculture environmental remediation. Moreover, research showed that microbial community with mixed strains perform more resistant to external interference such as disinfection treatment than single strain (Stijn van der Veen, 2011), and the immobilization of microorganisms would further protect them from

[☆] This paper has been recommended for acceptance by Xiang-Zhou Meng

* Corresponding author. College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, 238, Songling Rd, Qingdao 266100, China.

E-mail address: ygzhao@ouc.edu.cn (Y.-G. Zhao).





F 科研人员
Faculty Members

Stream 1 海洋地质灾害机理与预测研究



董平 方向带头人
教授 国家千人计划

主要经历

伦敦帝国理工学院，博士（1984 - 1988）
中国海洋大学，千人计划教授（2012 - 至今）

科研兴趣

Sediment dynamics; Coastal and estuarine morph dynamics; Coastal systems reliability; LB and SPH methods in environmental flow modelling; Wave-structure-soil bed interactions



刘强 博士 教授

主要经历

瑞士联邦苏黎世理工大学，土木与工程管理专业，博士（1986 - 1991）
瑞士 Zurich AEC 工程公司,高级工程师（1991 - 2007）
中国海洋大学，工程学院，教授（至今）

科研兴趣

海洋灾害风险评估及预警、沿海城镇化可持续发展与防灾减灾、山地流域全面风险管理与风险评估、绿色建筑与低碳技术应用



王栋 博士 教授

主要经历

大连理工大学，岩土工程，硕博直读（1996 - 2002）
大连理工大学土木水利学院，讲师（2002 - 2007）
Curtin University of Technology, Australia, Research Associate（2003 - 2005）
The University of Western Australia, Research Fellow and then Senior Research Fellow（2007 - 2016）
中国海洋大学，教授（2016 - 至今）

科研兴趣

海洋岩土工程、海洋地质灾害、岩土力学数值模拟



许国辉 博士 教授

主要经历

中国海洋大学，港口、海岸及近海工程专业，博士（2000 - 2006）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教师（1997 - 至今）

科研兴趣

河口海岸带生态环境、海岸工程环境、海洋工程地质

主要经历

日本九州大学工学研究科，博士（1990 - 1993）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（2003 - 至今）

科研兴趣

软基处理，土工结构长期稳定性评价，离心模型试验、加筋土的基本性质及其结构物的稳定性分析、各种工业固体废物在岩土工程中的应用、生态边坡工程、极限分析上限法在岩土工程中的应用



杨俊杰 博士 教授

主要经历

中国海洋大学，海洋地质专业，博士（2003）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（2003 - 至今）

科研兴趣

海洋土工地质特性研究、河口海岸带环境地质过程与现场观测技术研究、岩土环境污染与灾害监测预警系统研发



单红仙 博士 教授

主要经历：

山东大学，岩土与结构工程研究中心，岩土工程，博士（2006 - 2011）

多伦多大学，访问学者/博士后（2014 - 2015）

河海大学，土木与交通学院，副教授（2014 - 2015）

中国海洋大学，工程学院 副教授，入选“青年英才工程”（2015 - 至今）

科研兴趣：

波浪-工程构筑物-海床动力耦合作用及工程安全、海上风机与海洋工程的新型系泊基础、深海岩土的工程力学特性、海底隧道、海底管道



陈旭光 博士 副教授

主要经历

中国海洋大学，物理海洋学专业，博士（2003 - 2008）

中国海洋大学，海洋地球科学学院，副教授（2008 - 至今）

科研兴趣

河口海岸物质运输、陆架泥质区形成演化机制



乔璐璐 博士 副教授



刘小丽 博士 副教授

主要经历

西南交通大学，岩土工程专业，博士（2000 - 2003）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教师（2005 - 至今）

科研兴趣

海底斜坡稳定性分析及其灾害演化过程、海岸带地质灾害评估预测、水动力-海床-工程构筑物相互作用、边坡防护与深基坑工程



郑建国 博士 副教授

主要经历

中国海洋大学，环境工程专业，博士（2003 - 2011）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教师（2002 - 至今）

科研兴趣

海岸工程环境、海洋地质灾害



刘涛 博士 副教授

主要经历

同济大学，岩土工程专业，博士（2004 - 2007）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，副教授（2014 - 至今）

科研兴趣

海洋地质灾害、海床原位观测技术、城市地下工程与隧道



寇海磊 博士 副教授

主要经历

青岛理工大学，土木工程学院，岩土工程，博士(2010 - 2013)
新加坡南洋理工大学，环境与土木工程学院，博士后(2014 - 2016)
中国海洋大学，工程学院，副教授，入选“青年英才工程”（2016 - 至今）

科研兴趣

城市地下空间与地下工程、微生物岩土工程、沿海减灾与修复、软基加固技术

Stream 2 海岸带污染控制与环境保护

主要经历

长安大学，环境水文地质专业，博士（1994 - 1997）
德国 Tuebingen 大学，博士（1995 - 1996）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（1999 - 至今）

科研兴趣

地下水污染过程与修复技术、水资源利用与保护、大型工程对海洋环境影响效应



郑西来 方向带头人
博 士 教 授

主要经历

中国海洋大学，环境工程专业，博士（2003 - 2006）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（2007 - 至今）

科研兴趣

污水生物处理技术、高盐废水脱氮技术、人工湿地脱氮和除磷



余宗莲 博士 教授

主要经历

中国科学院生态环境研究中心，环境工程专业，博士（2000 - 2003）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（2010 - 至今）

科研兴趣

海水养殖废水生物处理技术开发与研究、饮用水中阴离子微污染物的净化技术研究



高孟春 博士 教授

主要经历

中国海洋大学，海洋地质专业，博士（1996 - 2002）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（2003 - 至今）

科研兴趣

地下水资源评价与管理、水环境保护与治理、地下水向海洋的输送



刘贯群 博士 教授



彭昌盛 博士 教授
教育部新世纪优秀人才

主要经历

北京科技大学，海洋地质专业，博士（1999 - 2003）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（2005 - 至今）

科研兴趣

环境污染与防治技术、水资源与水污染治理



陈友媛 博士 副教授

主要经历

中国海洋大学，海洋地质专业，博士（2000 - 2006）
加拿大新不伦瑞克大学，环境与可持续发展中心，合作研究（2002 - 2004）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，副教授（2004 - 至今）

科研兴趣

河口区生态修复技术、污染场地铬的行为过程及修复技术、海岸带沉积物
渗流、溶质运移及污染负荷通量



金春姬 博士 副教授

主要经历

韩国东亚大学，校大学院，环境工程专业，博士（2000 - 2003）
韩国东亚大学，校环境问题研究所，研究员（1996 - 2000）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，副教授（2002 - 至今）

科研兴趣

工业废水深度处理与再利用、固体废物处理与资源化



赵阳国 博士 副教授

主要经历

哈尔滨工业大学，环境工程专业，博士（2003 - 2006）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，副教授（2010 - 至今）

科研兴趣

水污染控制微生物学、滨海湿地生态修复与微生物生态学

主要经历

浙江大学，环境工程专业，博士（2005）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，副教授（2011 - 至今）

科研兴趣

基于硫酸根自由的新型高级氧化技术、难生化有机废水处理、恶臭及VOCs 处理、海水污染控制



杨世迎 博士 副教授

主要经历

湖南大学，环境工程专业，博士（硕博连读）（2003 - 2006）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，副教授（2013 - 至今）

科研兴趣

废水生物处理技术、有机废弃物资源化利用



郭亮 博士 副教授

主要经历

中国海洋大学，环境工程专业，博士（2003 - 2006）

中国海洋大学，讲师（2006 - 2016）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，副教授（2017 - 至今）

科研兴趣

海水入侵水敏感性、纳米材料在多孔介质中的迁移沉积机制、地下水硝酸盐污染修复技术、河口湿地地表水与地下水污染的数值模拟



林国庆 博士 副教授

主要经历：

浙江大学 环境工程 博士（2009 - 2013）

中国海洋大学 副教授 （2017 - 至今）

科研兴趣：

厌氧生物反应器、废水生物脱氮技术



季军远 博士 副教授



辛 佳 博士 讲师



彭 辉 博士 讲师

主要经历

清华大学，环境科学与工程专业，博士（硕博连读）（2008 - 2013）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，讲师（2015 - 至今）

科研兴趣

土壤/地下水污染控制理论与技术、新兴有机污染物在地下水系统中的环境行为

主要经历

中国水利水电科学研究院，水文学与水资源专业，博士（2010 - 2013）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，讲师（2013 - 至今）

科研兴趣

水质模拟、流域生态水文模拟

Stream 3 海底工程环境原位观测技术研究

主要经历

中国海洋大学，海洋地质专业，博士（1994 - 1998）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（1999 - 至今）

科研兴趣

海洋工程地质与环境、地质环境灾害与污染监测预警系统研发



贾永刚 方向带头人
博士 教授

主要经历

哈尔滨工业大学，自动控制专业，博士（1990 - 1993）
中国海洋大学，工程学院，教授（1997 - 至今）

科研兴趣

离散随机系统的最优估计理论、智能信息处理与控制



褚东升 博士 教授

主要经历

中国海洋大学，海洋地质专业，博士（1996 - 1999）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（2005 - 至今）

科研兴趣

海洋工程地质、海洋岩土工程、岩土工程设计及监测



刘红军 博士 教授

主要经历

中国海洋大学，环境工程专业，博士（2003 - 2007）
中国海洋大学，环境科学与工程学院，教授（2000 - 至今）

科研兴趣

海洋地质环境变化原位监（探）测技术研究及装备研制、地下污染过程电学探测及三维成像技术、波土作用理论



郭秀军 博士 教授



孟庆生 博士 副教授

主要经历

吉林大学，地球物理专业，博士（2000 - 2003）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，副教授（2003 - 至今）

科研兴趣

地下环境（水、土）污染地球物理快速检测技术与方法理论、海洋工程地球物理探测技术与方法理论、岩土工程中的地球物理问题



刘晓磊 博士 副教授

主要经历

中国海洋大学，环境工程专业，博士（硕博连读）（2008 - 2014）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，副教授（2016 - 至今）

科研兴趣

海洋工程地质、海床沉积物动力响应与灾变过程、海洋土力学理论与原位测试



徐海波 博士 高工

主要经历

中国海洋大学，化学与工程技术，博士（2006 - 2009）

中国海洋大学，化学化工学院任职（2003 - 至今）

科研兴趣

钛和碳基电极材料、海水电池、电容器和液流电池等新能源系统



张凯临 博士 高工

主要经历

中国海洋大学，海洋信息探测与处理专业，博士（2009 - 2015）

中国海洋大学，历任助工、工程师、高工（1997 - 至今）

科研兴趣

电子学与信息系统、机电一体化设备研制、传感器技术与产品

主要经历

北京科技大学，计算机应用技术专业，博士（2009）

中国海洋大学，工程学院，副教授（2014 - 至今）

科研兴趣

海底观测技术与装备、水声通信组网技术与装备、海洋油气勘探技术与装备、陆地油气勘探技术与装备、嵌入式技术与智能仪器



刘兰军 博士 副教授

主要经历

中国科学院寒区旱区环境工程研究所，自然地理学专业，地图与制图方向，博士（2000 - 2003）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，讲师（2003 - 至今）

科研兴趣

海洋环境地理信息系统应用与开发、海洋环境遥感应用



马安青 博士 讲师

主要经历

中国海洋大学，环境工程专业，硕士（2003 - 2006）

中国海洋大学，环境科学与工程学院，工程师（2006 - 至今）

科研兴趣

岩土测试技术、岩土动力本构模型



张民生 博士生 工程师

主要经历

中国海洋大学，环境工程专业，博士生

中国海洋大学，环境科学与工程学院任职（2007 - 至今）

科研兴趣

岩土测试分析、地质灾害评估和防治、工程地质分析和评价、岩土仪器设备研制和相关的实验技术研究



王秀海 博士生
高级实验师



主编：贾永刚

Editor in-chief: Yonggang Jia

副主编：郭秀军 王栋 赵阳国 刘涛 卢芳

Deputy editor-in-chief: Xiujun Guo, Dong Wang, Yangguo Zhao, Tao Liu, Fang Lu

编辑：能惠 杨秀卿 魏冠立 周蕾 李三鹏

Editors: Hui Nai, Xiuqing Yang, Guanli Wei, Lei Zhou, Sanpeng Li

地址：山东省青岛市崂山区松岭路 238 号

Address: 238 Songling Road, Qingdao, 266100, P.R. China

电子邮箱：megeouc@ouc.edu.cn 网址：www2.ouc.edu.cn/mege/

PRINTED IN JAN, 2017