# 土木水利交通学科前沿实验

# 学习日志

姓名:_____

学号:_____

班级:_____

大连理工大学土木水利国家级实验教学示范中心

2023 年 6 月

# 目　录


课程说明 ..... 2

**01 低温条件下冰试样制作及物理和力学性质试验 ..... 3**

**02 实验室的波浪生成技术 ..... 5**

**03 波浪与深海海洋平台相互作用试验研究 ..... 7**

**04 深远海智能化养殖装备研制前沿技术 ..... 9**

**05 海上漂浮式光伏平台的运动响应试验 ..... 11**

**06 极端波浪作用下大型浮式 FPSO 甲板上浪及其砰击载荷特性的实验研究 ..... 13**

**07 波浪对海洋平台冲击作用研究 ..... 15**

**08 海洋平台的拖航试验研究 ..... 17**

**09 海上风机的动力响应实验及数值仿真 ..... 19**

**10 海洋基础系统模型试验前沿技术 ..... 22**

**11 水工实验的动力响应及虚拟仿真 ..... 24**

**12 基础载荷测试 ..... 26**

**13 清洁、可再生能源海水淡化装备试验 ..... 28**

**14 水电站蜗壳新型结构形式试验研究 ..... 30**

**15 大规模水电系统优化调度方法及软件应用 ..... 32**

**16 基于三维重建技术的结构位移监测 ..... 34**

**17 基于数字图像处理的结构检测 ..... 36**

**18 新型清洁能源开发中的岩土体室内模拟实验研究 ..... 38**

**19 深地工程理论及前沿技术 ..... 40**

**20 岩石破坏物理力学试验与并行模拟仿真 ..... 42**

**21 土木工程安全检测中的现代测绘仪器数据采集与分析 ..... 44**

**22 大型客机舱内环境及防疫性能分析 ..... 46**

**23 面向城市供能的热化学蓄热特性实验 ..... 48**

**24 低碳能源与绿色建筑 ..... 50**

**25 长寿命路面技术 ..... 53**

**26 单点系泊系统锚桩的可视化离心模型实验研究 ..... 55**

土木水利交通学科前沿实验专题学习心得大纲 ..... 57

土木水利交通学科前沿实验考核记录表 ..... 58

土木水利交通学科前沿实验总结表 ..... 59

# 课程说明

（1）课程名称

《土木水利交通学科前沿实验》

（2）课程目的

利用土木工程学院和水利工程学院在土木工程和水利工程两个一级学科均具有国内领先科研水平的优势，通过《土木水利交通学科前沿实验》课程建设作为载体，尝试科学研究与本科教学的有机融合，达到通识教育和专业教育的双重目的，实现培养土木水利工程专业高素质拔尖创新型精英人才的目标。

（3）课程类别

必修

（4）学分设置

设为 1 学分，学生从全部专题中必须选择 8 个教学单元，并全部修完。

（5）考核方式

考核由两部分组成，一是签到记录，二是提交学习心得。专题主讲教师根据上课状况和学习心得给予每个学生评分。8 次专题的平均分就是学生的最后成绩。

（6）上课时间

上课时间为每个教学年的小学期，共 4 周。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 1

# 低温条件下冰试样制作及物理和力学性质试验

**1. 开课实验室：**海岸和近海工程国家重点实验室

**2. 开课教师：**李志军、王庆凯

**3. 实验项目内容简介**

冰是什么颜色的？当然是白色。无论你是来自祖国的南方，还是北方？答案就这样简单。本课程介绍地球“三极”—南极、北极、青藏高原和渤海的冰分布，并带你观查冰的彩色世界，去体会冰内部的奥秘。你担忧夏季能看到冰吗？大连理工大学海岸和近海工程国家重点实验室的低温环境实验室会让你在炎热的夏季体会到低温，近 30 平方米的低温试验室，最低温度可达-30°C，不过我们的试验不需要那么冷，-15°C 就行了。同学们只要穿夏季衣服就可以完成冰单轴压缩强度试验。如果可能的话，还会吃到一块凉快的冰块。让我们一起动手，获取完整试验过程，共享试验的果实。

该实验课程由李志军教授和卢鹏副教授负责。研究小组曾多次代表大连理工大学参加国内外的南、北极海冰科学考察，使得大连理工大学有数位走遍地球南北两极的教授、博士研究生和硕士研究生。目前正在策划的北冰洋航行研究将大连理工大学北冰洋海冰研究延续到 2015 年。在你试验休息之余，可以同讲课教师探讨极地冰雪天地的作用和人类如何用冰和防冰。本实验针对本科生，主要通过课程讲解和亲自动手，增加学生对目前海冰和淡水冰研究中常用实验设备和实验技术的认识，提高学生对冰相关研究领域的兴趣。实验的内容包括三部分：冰试样制备、冰片切割及晶体观测、冰压缩强度测试；实验设备包括低温冷库、费氏台、冰压力试验机等。

**4. 主要仪器设备介绍**

（1）低温冷库：实验室配备了约 29m$^2$ 的低温冷库，最低能达到-30°C，能够人工实验对环境温度的控制，从而能够在不受自然条件限制下进行冰样制备、切割以及其他相关冰物理实验。

（2）费氏台：是对冰晶体结构进行观测的专业仪器，主要由两个偏光镜片组成。将冰片打薄到 0.5~1mm 左右后，可以在费氏台上观测到单个冰晶体的轮廓大小，以及 C

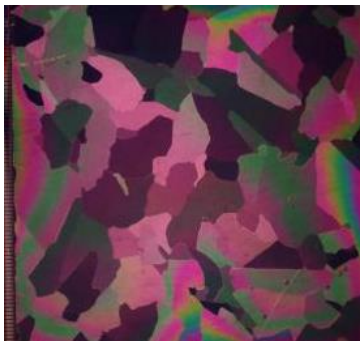
轴朝向等基本物理参数。

（3）冰压力实验机：实验室装备了带低温环境的 10t 能力的冰压力试验机，温度控制精度达到 0.1°C。能完成冰的不同温度和不同变形速率，不同加载方向的单轴压缩强度试验。

现场采集天然冰

雪龙在北极

冰压力试验机



偏光镜下的彩色冰晶体

**5 主讲教师简介**

李志军教授曾经三次到南极、三次到北极和二次到青藏高原进行冰科学考察和调查研究，现已发表论文 200 多篇。从事冰物理和力学性质、冰工程、冰区环境保护和冰区航行方面的教学和科研工作，形成了一套适用于现场和实验室冰研究的基本试验设备条件并拥有培养参加极地科学研究的青年学生的经验。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金重点项目：北极模型冰与船舶冰-水动力学性能研究，2017.1-2021.12。

（2）全球变化研究国家重大科学研究计划项目：北极海冰减退引起的北极放大机理与全球气候效应-北极海冰减薄后的结构变化和海冰快速融化机理，2015.1-2020.12。

（3）国家自然科学基金项目：黄河冰封期的冰基本物理和力学行为试验研究，2016.1-2019.12。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 2

# 实验室的波浪生成技术

**1. 开课实验室：**海岸和近海工程国家重点实验室

**2. 开课教师：**柳淑学、李金宣

**3. 实验项目内容简介**

“无风三尺浪”，波浪是海上水体主要运动形式之一，尤其在台风期间，海上波浪的高度有时可达到 20 米，因此海上波浪是海岸和海洋工程结构物的主要荷载之一，成为海岸和海洋工程安全的控制因素，开展波浪与海洋工程结构物的作用研究对于海洋工程的设计具有重要的意义。由于物理模型试验具有直观、可以模拟各种复杂的边界条件等优点，在实验水槽中模拟波浪，研究海上波浪对海洋工程建筑物的作用，可为海洋建筑物的设计提供重要的保证。因此如何真实地在实验室重现海上波浪的运动现象，提高实验研究的精度，是非常值得关注的问题。

该课程重点向同学们介绍实验室波浪生成方法及其在波浪特性、波浪与结构物作用中的应用。通过波浪试验，提高对于实验室生成波浪的认识，理解波浪生成机理。并实际动手进行波浪与海岸工程结构物作用的实验，进一步增加同学们对于波浪的认识及其对于工程结构物的重要性，提高同学们对于该学科研究领域的认识和兴趣。

**4. 主要仪器设备介绍**

（1）波浪试验水槽：水槽配备有不规则波浪造波设备。

（2）浪高仪及比例采集系统：采集水面波动的设备，可以确定水面波动的大小。

（3）护面块体模型：实际海岸人工护面块体模型。

综合水池

大波流水槽

**5. 主讲教师简介**

柳淑学教授，教育部“新世纪优秀人才”支持计划入选者，曾荣获教育部科技进步三等奖 1 项，二等奖 1 项、辽宁省科技进步二等奖 1 项，现已发表论文 50 多篇。从事多年波浪生成技术的研究，形成了一套适用于现场和实验室波浪观测和分析的理论和方法；建立了无反射造波理论并形成了实用的造波软件，进一步提高了造波设备的利用效率。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金重点项目：桩基环保防波堤的基础理论与设计方法，2018-2022。

（2）国家自然科学基金面上项目：多向不规则波浪作用下群桩水动力特性的研究，2016-2020。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 3

# 波浪与深海海洋平台相互作用试验研究

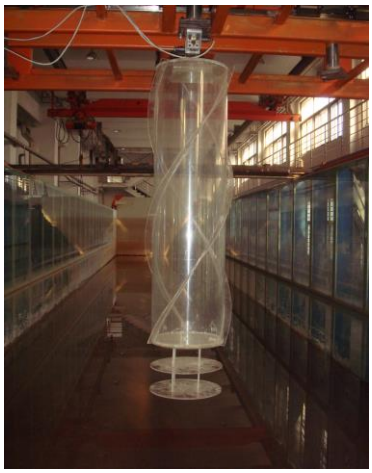
**1. 开课实验室：**海岸和近海工程国家重点实验室

**2. 开课教师：**宁德志、张崇伟、王荣泉

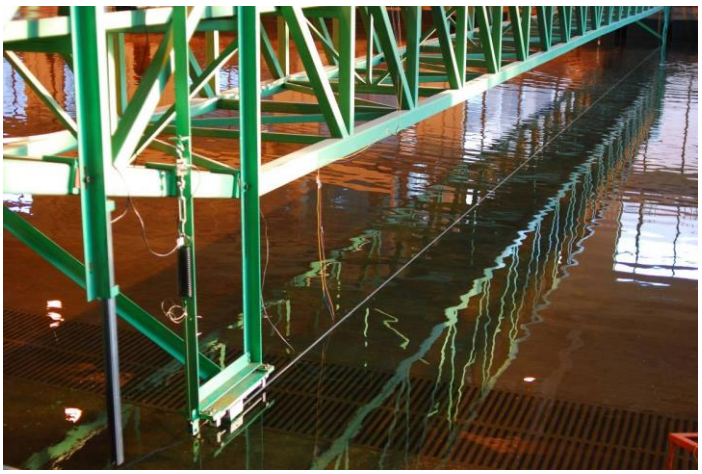
**3. 实验项目内容简介**

二十一世纪是海洋的世纪，随着世界各国在深海资源开发步伐的加快，深水平台建设技术方面也提出更高的要求，我国在此方面也投入了很大的力量。由于深海海洋环境异常复杂，常常是巨浪、洋流、台风和内波等多种海洋环境因素联合作用，对深海平台设计和生产作业都提出了很高的要求，目前仍有许多关键技术还不是很成熟，需要开展进一步深入的研究。本试验内容是国家高技术研究发展计划（863 计划）科研项目“灾害海洋环境作用下深水平台动力响应分析”和“3000 米水深深水半潜式钻井平台关键技术”及国家十一五重大专项项目“平台水动力性能、系泊定位系统分析”支持的部分研究内容，主要是包括波浪与 Spar 平台主体结构作用的试验、Spar 平台的垂荡板模型试验、深水平台立管涡激振动试验和自安装平台升沉试验，通过实验现象发现和总结一些规律，为深水平台工作安全提供必要的技术支持。项目的研究成果已在我国第一座深海平台“海洋石油 981”中得到应用，该平台已在我国南海服役。

**4. 主要仪器设备介绍**



深水波浪水槽



多功能三维波浪水池

（1）深水波浪水槽：波浪与 Spar 平台主体作用及自升式钻井平台升沉试验场地。

（2）多功能三维波浪水池：立管涡激振动试验场地。

（3）浪高仪：测量波面变化。

（4）测力计：测量作用在结构物上的波浪荷载。

（5）六分量仪：测量平台在六个方向上的运动分量。

（6）应变传感器：测量立管应变以确定其位移量。

**5. 主讲教师简介**

宁德志，教授、博士生导师。现担任海岸和近海工程国家重点实验室主任、辽宁省海洋产业技术创新研究院副院长，主要从事海洋工程水动力学及海洋可再生能源转化方面的研究工作。国家优秀青年基金获得者、Elsevier 中国高被引学者、辽宁省优秀科技工作者，入选教育部新世纪优秀人才计划、辽宁省“百千万人才工程”百层次、辽宁省“兴辽英才计划”科技创新领军人才、大连理工大学“星海学者”杰青层次。兼任国际期刊《Proceedings of the Institution of Civil Engineering - Maritime Engineering》和《Journal of Hydrodynamics》 副主编、《Ocean Engineering》和《Journal of Marine Science and Application》编委，国际离岸和极地工程师协会（ISOPE）技术委员会委员、亚太地区近海工程会议常务委员、中国可再生能源学会海洋能专委会委员，中国长江三峡集团科学技术委员会新能源专委，中英海洋能合作研讨会（2015）、32nd IWWWFB（2017）、14th PACOMS（2020）、8th CoastLab（2020）等国际学术会议主席。主持国家自然科学基金 6 项，国家重点研发计划课题、教育部、辽宁省科技厅、英国皇家工程院等科研项目 30 余项。发表学术论文 200 余篇，被 SCI 收录 110 余篇，Google Scholar 引用 2600 余次。获海洋工程科学技术奖一、二等奖各二项、教育部自然科学二等奖二项、亚太近海工程会议突出贡献奖一项。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金重大项目：非线性波浪对大幅漂移结构作用的分析方法，2015-2019。

（2）国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目：深海平台结构极端环境作用与非线性耦合响应，2011-2016。

（3）国家科技重大专项项目：平台水动力性能、系泊定位系统分析，起止年份 2008-2011。

（4）国家高技术研究发展计划（863 计划）项目：3000 米水深深水半潜式钻井平台关键技术，2006-2010。

（5）国家自然科学基金重点项目：聚能-减载-蓄能式振荡水柱波能捕获系统及其高效波电转换机理研究，2022-2025。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 4

# 深远海智能化养殖装备研制前沿技术

**1. 开课实验室：**海岸和近海工程国家重点实验室

**2. 开课教师：**赵云鹏

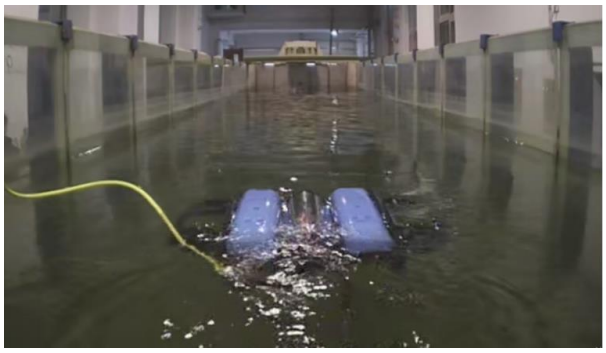
**3. 实验项目内容简介**

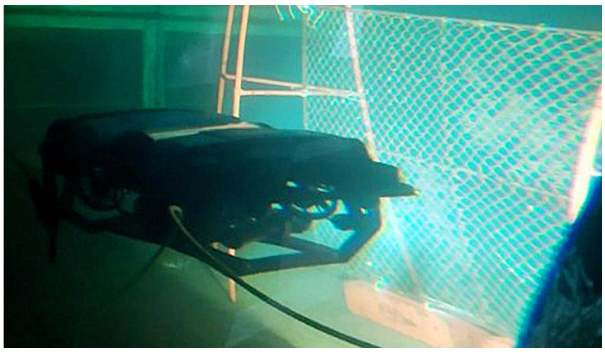
海水养殖是人类获取优质蛋白的重要途径，然而浅海养殖造成了严重的环境污染，导致水产品质量下降。于是，发展离岸养殖已成为保障我国粮食和食品安全的长远战略，同时也是改善近海养殖生态环境,拓展海洋食物生产空间的必然选择。但离岸养殖设施是处于深水、大浪、强流条件下的新型特种海工结构，它整体尺度大而构件细小，既运动剧烈又变形很大，国内过去既无设计方法也无研究手段，属技术空白，设备依赖进口。而且，因为研究难度很大，国外也少有成熟成果发表。因此,离岸养殖设施抗浪流理论、结构和生物对象实时监测等关键技术的解决，是保障海上养殖产业发展的核心基础，为设施的安全设计和营运提供必须的技术支撑。

课题组从 2000 年开始（国内最早）针对离岸养殖设施结构物水动力特性、结构健康安全监测、养殖动物行为分析进行研究，并取得了丰硕的研究成果。目前，研究课题获得了国家自然科学基金重点项目，国家重点研发计划课题，教育部博士点基金，“十一五”国家海洋“863”项目和国家科技支撑计划的联合资助。该方向研究成果大部分以英文的形式发表在国际海洋工程领域高水平期刊上，如 Ocean Engineering, Aquacultural Engineering, Applied Ocean Research 等。该课题研究成果 2016 年教育部科技进步一等奖，2014 年获海洋工程科技进步二等奖， 2009 年教育部自然科学二等奖，2006 年教育部科技进步二等奖。该研究方向培养的博士生，学位论文获得了 2015 年辽宁省优秀博士学位论文和 2009 年全国优秀百篇博士论文提名。博士生被国外多个大学录用开展联合培养（美国新罕布尔州立大学，澳大利亚塔斯马尼亚大学，丹麦科技大学等）。

**4. 主要仪器设备介绍**

大波流水槽





ROV 带缆式水下巡检机器人

**5. 主讲教师简介**

赵云鹏，博士，教授，博士生导师，美国 UNH 大学访问学者。国家优秀青青年基金获得者，中国高被引学者，辽宁省“兴辽英才”青年拔尖人才，国际期刊 Aquacultural Engineering 编委。主要从事海上养殖设施结构水动力学领域研究工作。共累计发表学术论文 120 余篇，被 SCI 检索 40 篇，被 EI 收录 44 篇，被 ISTP 收录 7 篇，被国际 SCI 期刊他引 110 余次。科研成果获 2016 年教育部科技进步一等奖、2013 年海洋工程科学技术二等奖、2009 年教育部自然科学二等奖、2011 年海洋工程科学技术二等奖。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家重点研发计划：高海况下增养殖设施动力特性及其安全性评估，2020.01-2022.12。

（2）国家自然科学基金重点项目：海洋灾害环境下离岸养殖设施的动力特性，2013.01-2017.12。

（3）国家自然科学基金面上项目：离岸重力式网箱内外流场分布与结构响应特性研究，2016.01-2019.12。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 5

# 海上漂浮式光伏平台的运动响应试验

**1. 开课实验室：**海岸和近海工程国家重点实验室

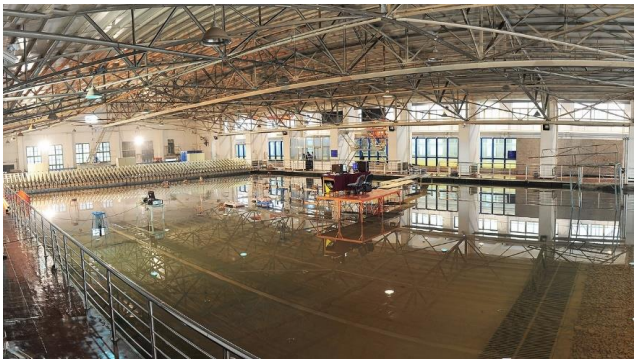
**2. 开课教师：**滕斌、勾莹

**3. 实验项目内容简介**

海洋中具有充足的太阳能资源，并且可以为漂浮式光伏发电提供更为广阔的水域面积。漂浮式光伏系统可由多个浮块连接而成，也可以采用柔性薄膜式结构，受海洋中风、浪、流的作用，系统运动响应复杂，对结构设计提出了较大的挑战。因此漂浮式光伏还处于概念设计和研究阶段。

为了了解漂浮式光伏系统的运动响应特性，本项目主要针对多模块式漂浮式光伏系统在波浪作用下的运动响应和系泊系统受力特性开展试验研究。实验在大连理工大学海岸和近海工程国家重点实验室的波流水池中开展，项目首先介绍多模块式漂浮式光伏系统和薄膜式漂浮式光伏系统两类代表性结构形式，然后介绍本实验中多模块浮体的设计方法、实验测量内容、测量仪器和测量方法、实验现象、数据分析方法和试验结果。

**4. 主要仪器设备介绍**



大连理工大学波流水池

大连理工大学波流水槽

（1）试验水池：开展多模块的漂浮式光伏平台运动响应试验

（2）试验水槽：开展两模块浮式结构运动响应试验

（3）三维多自由度光学测量系统：测量结构的六自由度运动响应

（4）拉力计：测量系泊力

（5）浪高仪：测量波浪高度和周期

（6）流速仪：测量流速

（7）热线风速仪：测量风速

**5. 主讲教师简介**

滕斌教授，博士生导师，长江学者奖励计划特聘教授，国家杰出青年科学基金获得者，国家自然科学基金委创新研究群体学术带头人，国家重点基础研究发展计划（973计划）首席科学家。1989年于大连理工大学获得博士学位后留校任教至今。先后在英国沃灵福特水力研究公司、英国牛津大学、日本船舶技术研究所、比利时列日大学、澳大利亚西澳大学、香港大学、新加坡国立大学、澳大利亚悉尼大学、新加坡南洋理工大学做访问学者。主要从事海洋灾害与结构物相互作用、海洋工程结构物动力响应等方面的研究工作。2012 年入选汤森-路透工程领域高引学者。获得国家科技进步奖二等奖和三等奖各1项，省部委科技奖励一等奖1项、二等奖5项，亚太地区近海工程会议特别贡献奖。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金重大项目：非线性波浪对大幅漂移结构作用的分析方法，2015-2019。

（2）国家重点基础研究发展计划（973计划）项目：深海平台结构极端环境作用与非线性耦合响应， 2011-2016。

（3）企事业委托项目：典型漂浮式光伏系统水池模型试验与验证，2022-2024。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 6

# 极端波浪作用下大型浮式 FPSO 甲板上浪及其砰击载荷特性的实验研究

**1. 开课实验室：**海岸和近海工程国家重点实验室

**2. 开课教师：**陈丽芬、张崇伟、宁德志

**3. 实验项目内容简介**

随着海洋油气勘探新技术的不断应用和日臻成熟，全球已进入深水油气开发的新阶段，深远海装备技术能力的提升已成为我国实施海洋强国战略，缓解油气资源紧张，保障能源安全的必由之路。以海洋工程水动力学为基础的耐波性分析是海洋装备设计的重要内容，而甲板上浪是影响耐波性的主要因素之一。甲板上浪使得大量海水聚集在一起冲上甲板，并沿甲板产生速度不断增加的水流，冲击甲板上的设备和甲板室，对甲板上布置的复杂油气处理设施造成严重的破坏，使油气开发装备不得不停产维修，造成巨大经济损失甚至人员伤亡。甲板上浪是一种非常复杂的流体现象，理论上极难求解，模型实验仍是当前海洋工程领域研究其的主要手段。本课程主要涉及相应于生存海况条件时的模型实验，通过实例讲解，重点阐述模型试验研究的基础理论、海洋平台模型的制作及相关参数调节、各类测试仪器的介绍和标定，试验数据的处理与分析等。

**4. 主要仪器设备介绍**

深水水池及 FPSO 模型

（1）深水水池；

（2）浪高仪：测量波面变化；

（3）测力计：测量作用在结构物上的波浪荷载；

（4）式光学运动测量仪：测量平台在六个方向上的运动分量。

**5. 主讲教师简介**

陈丽芬，大连理工大学港航与海洋工程学院教授，博士生导师，“国家海外高层次人才引进计划青年项目”（青千）获得者，大连市新引进高层次人才-“高端人才”。兼任《Journal of Hydrodynamics》、《水动力研究与进展》和《哈尔滨工程大学学报》期刊编委，第 20 届澳洲流体力学会议(AFMC)，第 2 届英国海洋能开发研究成员大学峰会(PRIMaRE)和第 30 届水波与浮体国际会议(IWWWFB)组委会成员、中国海洋可再生能源学会会员等。主要研究领域为波浪与海洋结构相互作用以及海洋波浪能开发利用技术，参与及负责完成了多项英国和澳大利亚政府、州政府项目和企业合作项目，主持国家自然科学基金、辽宁省自然科学基金等多项科研项目，发表学术论文 40 余篇，最高影响因子 14，单篇最高引用 203 次。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金青年项目：极端波浪作用下船型浮式结构物甲板上浪机理及其砰击载荷特性研究，2021-2023。

（2） 澳大利亚自然科学基金 Hub 项目：ARC Industrial Transformation Research Hub for Offshore Floating Facilities，2016-2021。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 7

# 波浪对海洋平台冲击作用研究

**1. 开课实验室：**海岸和近海工程国家重点实验室

**2. 开课教师：**任冰、王国玉

**3. 实验项目内容简介**

波浪冲击（又说砰击）是波浪与结构物之间发生的强烈冲击碰撞现象，涉及到固、气、液三相介质之间的耦合作用。其中最为常见的是海洋平台上部结构、海上漂浮建筑物以及航行中的船舶首尾所受到的波浪冲击。在波浪冲击作用下，对于诸如导管架海洋平台等上部结构位于浪溅区的弹性结构体系，不仅极大的瞬时冲击荷载会造成结构物上部结构的坍塌破坏，结构物在波浪冲击作用下的动力响应往往也是引起结构损坏的主要原因。据统计仅是从 1953 年到 1982 年，全世界有 36 座石油钻井平台由于狂风巨浪的袭击而翻沉，造成了巨大经济损失。随着二十一世纪我国海洋开发规模的扩大，越来越多的弹性结构体系如导管架海洋平台和海上栈桥等在近海地区兴建起来，开展波浪对浪溅区结构物的水弹性冲击作用研究具有重要的科学意义与应用价值。

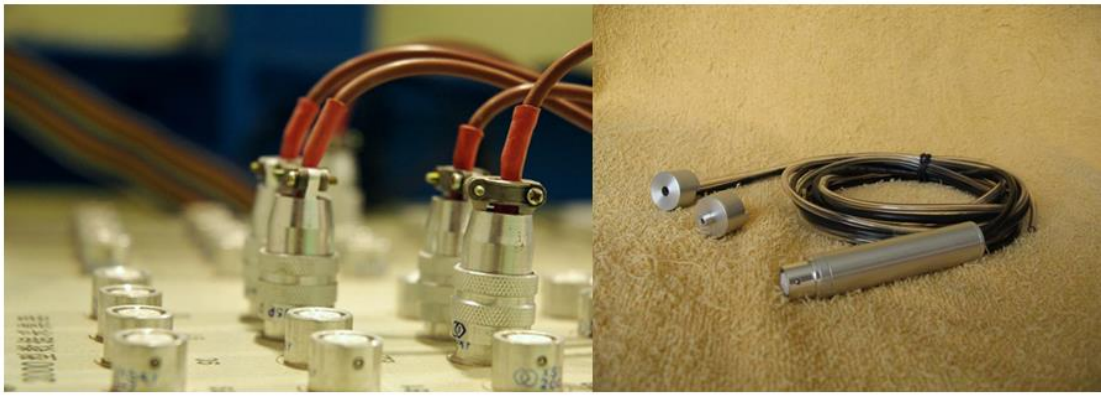
本项目拟在实验室波浪水槽中开展波浪对弹性支撑的透空式建筑物（如导管架海洋平台）的冲击作用研究。分析结构物所受的冲击荷载变化特性和结构物的动力响应特征以及其对冲击荷载的影响，深入探讨水弹性冲击过程的机理和规律。

**4. 主要仪器设备介绍**

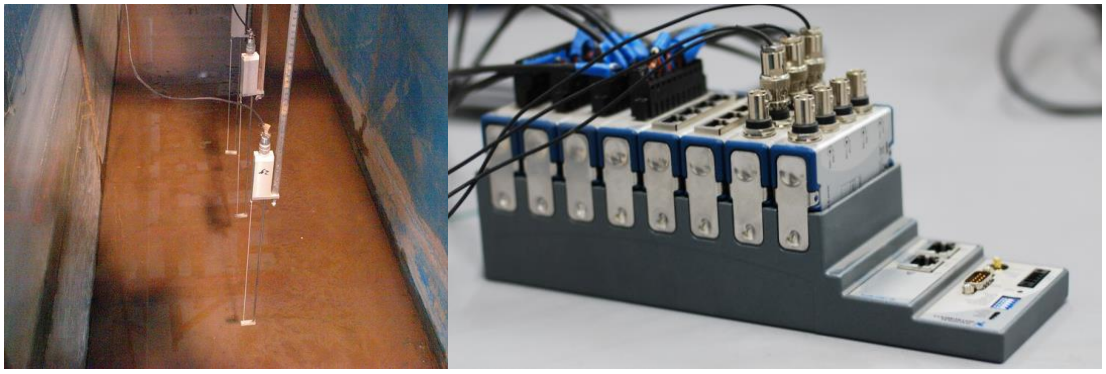
（1）波浪试验水槽：水槽配备有不规则波浪造波设备。

大波流水槽

（2）压力、波高采集系统：波高采集设备，多点压力采集系统，加速度采集设备。



DS30 型压力采集系统（左图）及 MD14 型脉动压力传感器



浪高仪　　加速度采集设备

**5. 主讲教师简介**

本专题由大连理工大学任冰教授负责，任冰教授是教育部“新世纪优秀人才支持计划”入选者，现任大连理工大学建设工程学部水利工程学院海洋工程研究所副所长。所在的学术团队在波浪冲击力学和水弹性实验技术方面具有坚实的研究工作积累。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金项目：波浪作用下斜坡堤护面块体失稳和破坏过程的精细模拟，2011.01-2014.12。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 8

# 海洋平台的拖航试验研究

**1. 开课实验室：**海岸和近海工程国家重点实验室

**2. 开课教师：**马小舟、勾莹、宁德志

**3. 实验项目内容简介**

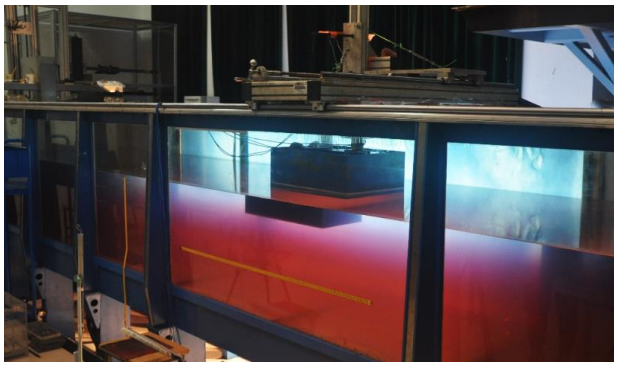
海洋平台主体结构一般需要通过拖航过程抵达安装地点，深海海洋环境复杂，在风、浪、流和海水层结导致的内波作用下，拖航过程中的阻力和稳定性都需要开展深入研究。本项目包括两个实验，分别为“自升式钻井平台的拖航实验”和“箱型驳船在分层海洋中的内波阻力实验”。实验在国家重点基础研究发展计划（973 计划）和国家自然科学基金的资助下完成。

实验一：自升式钻井平台的拖航实验。自升式钻井平台是国内外应用最为广泛的钻井平台，本实验针对平台拖航过程中的阻力、稳定性开展研究。主要介绍自升式平台结构、比尺设计、相似准则、测量仪器、实验方法和数据分析方法。

实验二：箱型驳船在分层海洋中的内波阻力实验。实际海洋中海水密度不是均一的，层化现象非常普遍，当发生扰动时，在密度跃层处会产生内波。本实验针对箱型驳船在分层海洋中的内波阻力开展实验研究。主要介绍“Dead water”现象、实验设计、实验方法和研究结果。

**4. 主要仪器设备介绍**

大连理工大学拖曳船池



解放军理工大学分层流水槽

（1）拖曳船池：用于开展拖航实验

（2）分层流水槽：用于开展内波阻力实验

（3）密度计：测量分层流中的密度

（4）测力计：测量结构物上的受力

（5）陀螺仪：测量结构的运动角度

（6）热线风速仪：测量风速

**5. 主讲教师简介**

马小舟，长期从事波浪与港口、船舶作用的相关研究工作，主持国家自然科学基金青年项目“碎波拍对航道和港口作用的研究”和国家自然科学基金面上项目“海上丝绸之路港口的港湾共振及其引起的系泊船响应研究”，以骨干成员参加国家重点研发计划项目“海洋工程动力环境精细化预报与安全保障及评估技术研究”、国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目“深海平台结构极端环境作用与非线性耦合响应”等国家重大项目，取得了丰富的研究成果，发表论文 52 篇，被 SCI 收录 19 篇，EI 收录 32 篇，其中在本领域著名期刊 Coastal Engineering、Ocean Engineering 等发表论文 10 篇，相关成果受到国内外同行的关注；重视理论研究和实际工程应用的结合，研究成果应用于秘鲁钱凯港、斯里兰卡汉班托塔港、缅甸皎漂港、中远大连船厂等国内外港航工程和海洋工程建设项目中，取得了良好的效果。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家重点研发计划项目：海洋工程动力环境精细化预报与安全保障及评估技术研究，2017.07-2021.06。

（2）国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目：深海平台结构极端环境作用与非线性耦合响应，2011-2016。

（3）国家自然科学基金面上项目：大型海洋浮式结构在两层流中的慢漂运动研究，2015-2018。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 9

# 海上风机的动力响应实验及数值仿真

**1. 开课实验室：**海岸和近海工程国家重点实验室

**2. 开课教师：**李昕、施伟

**3. 实验项目内容简介**

近年来，风力发电在我国电力总装机中的比重已超过 7 %，成为仅次于火电、水电的第三大电力来源。其中，海上风电将凭借其诸多优势，有望成为我国风电产业发展的新动力。“十三五”时期，国家将大力推动海上风电跨越式发展，海上风电将从技术、质量、政策等方面取得飞跃式进步，实现高速发展。然而，由于海洋环境异常复杂，常常是巨浪、洋流、台风、地震等多种海洋环境因素联合作用，对海上风机的安全，经济，可靠性等都提出了很高的要求，目前仍有许多关键技术还不是很成熟，需要开展进一步深入的研究。

本门课程主要讲解海上风机的振动模型试验，包括风浪与风机结构作用的试验，风机在地震和海洋环境荷载联合作用下的动力响应等，并结合实际工程介绍如何使用 FAST，HAWC2，Bladed 等耦合建模进行动力响应分析，通过实验现象发现和总结规律，为海上风机的安全运行提供支持。

**4 主要仪器设备介绍**

（1）波流—地震联合模拟系统。波流和地震联合模拟系统包括地震模拟系统、造波机、造流系统、消能设备和止水设施等。

波流—地震联合模拟系统

OWT 的实验模型

（2）简易风场模拟系统。为满足近海固定式海上风机模型实验要求，实验室在波

流—地震联合模拟系统基础上，开发了简易风场模拟系统。

（3）超声风速风向传感器。WMT700 是由芬兰 VAISALA 公司生产的高精度超声风速风向传感器。

（4）动水压力传感器。用于采集波浪及海流等作用于实验模型的动水压力。

**5. 主讲教师简介**

李昕教授，博士生导师，2000 年于大连理工大学获得博士学位， 2005 年 7 月至 2006 年 6 月在挪威土工研究所做访问学者。李昕教授为教育部“新世纪优秀人才支持计划”入选者。主要从事海洋工程结构的分析理论、计算方法与模型实验方面的研究工作。出版学术专著 1 部，在国内外期刊和学术会议发表学术论文 80 余篇，SCI 收录论文 12 篇，EI 收录论文 20 余篇。获得高等教育国家级教学成果奖二等奖，水力发电科学技术奖一等奖，辽宁省科学技术奖二等奖。

施伟特聘研究员，博士生导师，辽宁省青年拔尖人才、大连市高层次人才、大连理工大学星海青千人才、中国可再生能源学会优秀青年科技人才。担任中国钢结构协会风电分会理事、中国能源学会新能源组专家委员、海洋工程国际会议 ISOPE 技术委员会委员(TPC)，SCI 期刊 Frontiers in Energy Research 副主编，国际期刊 Journal of Modern Green Energy 编委，Frontiers in Marine Science、 Journal of Marine Science and Engineering 客座编辑。主要从事复杂海洋环境下海上风机动力特性研究，先后负责国家自然科学基金面上基金、青年基金、科技部重点研发计划子课题、兴辽英才项目、校企合作项目等三十余项。共发表 SCI 期刊论文 70 余篇，其中第一作者和通讯作者 50 余篇，ESI 高倍引论文 4 篇，ESI 热点论文 1 篇；发表 EI 论文 30 余篇。授权中国发明专利 18 项，授权美国专利 8 项，实用新型专利 40 余项。获中国海洋咨询协会海洋工程科学技术一等奖、电力工程科学技术进步一等奖、中国大坝工程学会科技进步二等奖等省部级奖励 6 项。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金青年基金项目：强非线性波作用下大型海上单桩式风机的动力学特性研究（No. 51709039），2018-2020。

（2）国家高技术研究发展计划（863 项目）课题：海上风电送出系统设计技术研究（2012AA021704），2012-2016。

（3）国家重点基础研究发展计划（973 项目）课题：深海平台结构的极端环境作用与非线性耦合响应（2011CB013703），2011-2016。

（4）国家自然科学基金面上项目：复杂海洋环境下大型漂浮式风机动力响应耦合机理分析与试验研究， 2021.1-2024.12。

（5）校企合作项目：海上风机结构地震破坏机理研究，2015-2017。

（6）校企合作项目：海上风机多桩基础结构典型焊接管节点应力集中因子的确定，2012-2014。

（7）校企合作项目：海上风电固定式基础设计流程及方法优化研究及试验验证，2022.10-2023.08。

（8）辽宁省自然科学基金重点科技创新基地联合基金：基于深度学习的漂浮式海上风机锚泊系统动力响应研究，2022.8-2024.7。

（9）校企合作项目：浮式风机缩比水池试验，2022.1-2022.12。

（10）校企合作项目：新型半潜式海上浮式风机基础关键技术及物理模型试验研究，2021.01-2022.12。

（11）校企合作项目：海上风机整体耦合计算方法及实验验证，2013-2014。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 10

# 海洋基础系统模型试验前沿技术

**1. 开课实验室：**工程抗震实验室

**2. 开课教师：**刘君、于龙、韩聪聪

**3. 实验项目内容简介**

本项目主要包含以下内容：

（1）海洋油气平台型式介绍。为适应不同水深条件，由浅海至深海，采油平台的型式主要有重力式平台、导管架平台、自升式平台、立柱式平台、半潜式平台、张力腿平台、FPSO 浮式结构物等。

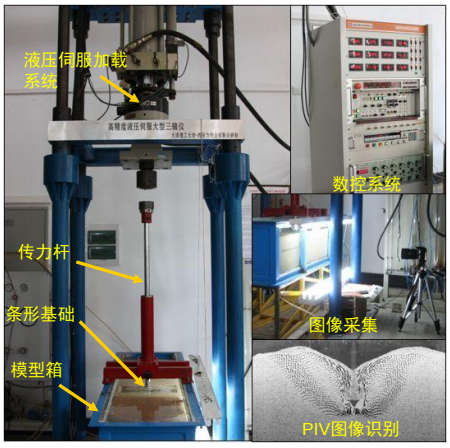
（2）海洋平台基础系统相关问题介绍。不同型式的平台需要不同型式的基础，本项目从承载力要求、承载效率、安装施工方法、设计关键科学问题、研究手段、研究现状等方面介绍多种海洋基础的优缺点，这些基础型式包括：为海洋平台提供承载力的重力式基础、桩基础、桩靴、吸力桶、拖拉锚、SEPLA、鱼雷锚等，以及为水下作业系统提供承载力的筏板基础等。另外，介绍海底滑坡、海底管线与土相互作用问题的工程背景和研究现状。

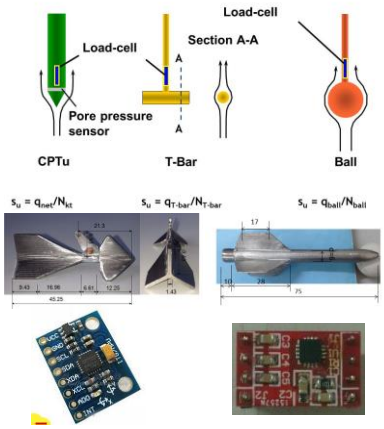
（3）海洋地勘技术介绍。海洋基础设计需要地质地层参数作为依据。本项目介绍钻孔取样、静力触探（CPT）等地质勘测技术，从土力学角度介绍近年来兴起的 T-bar、球形和盘形触探仪的触探机理和优缺点。

（4）海洋基础模型试验技术。从理论和实践两方面，介绍以下海洋岩土工程试验技术。①土性试验方法及特点（包括三轴试验、十字板剪切试验和触探试验）；②海洋基础与地基相互作用模型试验系统组成及特点（包括：室内模型试验黏土、砂土试样制备技术；模型试验系统组成及特点；PIV 图像识别技术；最新电子技术在模型试验中的应用）；③Spudcan、板锚、管线、鱼雷锚等与土相互作用模型试验。

**4. 主要仪器设备介绍**

海洋基础模型试验系统模型试验装置主要由模型箱、液压伺服加载、模控与数控、数据采集处理、传动装置和图像采集等系统组成，如图所示。




基础模型试验系统

**5. 主讲教师简介**

刘君，男，教授；于龙，男，教授；韩聪聪，女，副教授。自 2003 年以来，课题组从事海洋岩土工程研究，具体研究内容包括：海洋平台基础的稳定性、岩土大变形分析方法、土工构筑物抗震、岩土体边坡的稳定与风险分析、混凝土/岩石的断裂分析和非连续变形分析方法及工程应用等。课题组发表论文 70 余篇，其中 SCI 收录 30 余篇；承担国家自然科学基金项目 8 项（其中重大项目 1 项，重点项目 2 项）、省级项目 2 项；获得国家科技进步二等奖 1 项、教育部科技进步一等奖 2 项；培养博士研究生 5 人、硕士研究生 26 人。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金重大项目：深海土与基础相互作用和海底结构安全设计，2019-2023。

（2）国家自然科学基金重点项目：深海锚固结构在海床中的嵌入机理、破坏模式和动力行为，2016-2020。

（3）国家自然科学基金重点项目：海洋土软化特性及海床和基础失稳与灾变机理研究，2017-2021。

（4）国家重点研发计划项目—战略性国际科技创新合作重点专项：深海资源开发的核心技术，2017-2020。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 11

# 水工实验的动力响应及虚拟仿真

**1. 开课实验室：**工程抗震实验室

**2. 开课教师：**陈健云、徐强

**3. 实验项目内容简介**

在目前和今后，企业都十分注重学生对模型试验技术和有限元数值分析的能力。本门课程主要讲解水工结构的振动台模型试验并结合实际工程介绍如何使用有限元软件 ansys、abaqus、hypermesh 等联合建模分析结构的动力响应、损伤分布以及裂纹扩展模式，包括结构非线性、坝肩稳定、抗滑失稳以及溢流道、进水塔等结构配筋。

**4. 主要仪器设备介绍**

实验室拥有从美国 MTS 公司进口的电液伺服疲劳试验机及数据采集系统，美国 MTS 公司进口的 810 系列万能材料试验机一台，1000 吨电液伺服计算机控制压力试验机一台，300 吨电在目前和今后，企业都十分注重学生对模型试验技术和有限元数值分析的能力。本门课程主要讲解水工结构的振动台模型试验并结合实际工程介绍如何使用有限元软件 ansys、abaqus、hypermesh 等联合建模分析结构的动力响应、损伤分布以及裂纹扩展模式，包括结构非线性、坝肩稳定、抗滑失稳以及溢流道、进水塔等结构配筋。

液伺服计算机控制压力试验机一台，100 吨电液伺服机算机控制万能试验机一台，30 吨电液伺服机算机控制万能试验机一台，500 吨压力试验机一台，自行研制的多轴试验机一台，德国 imc 高精度动态数据采集系统、东华动态/静态数据采集系统，DiTeSt-STA200 分布式光纤温度/应变监测系统，SI425 光纤光栅解调仪，25 吨 MTS 万能材料试验机。本试验室为国家重点实验室，具有精良的试验设备和试验仪器、较高的学术水平。利用 211 和 985 工程的支持，搭建了基于 PC 集群的并行计算平台，研发了脆性材料细观损伤破坏过程模拟的并行计算程序；为进一步开展相应的混凝土坝体的多尺度的数值模拟提供了基础准备。

大连理工大学的双向水下地震模拟系统

用于抗压和抗拉试验的压力机

**5. 主讲教师简介**

近年来，徐强副教授、陈健云教授及其科研团队针对工程结构的动力安全评价分析技术和评价指标问题，开展了工程结构的地震动破坏机理、振动台模型试验技术以及地震风险分析的研究，在抗震安全评价分析技术方面做了大量实践。并围绕工程抗震安全的基础性问题开展了水电、核电及风电等工程结构的抗震安全及风险的研究。

徐强副教授隶属于陈健云教授科研团队成员。长期从事主要研究水工、核电、风电、地下结构在复杂荷载（地震、风、浪、流、爆炸）作用下的结构分析与控制和材料的破坏机理的研究。研究团队先后承担国家自然科学基金以及重大工程企事业委托项目多项。研究团队在国内外期刊和会议上发表论文百余篇，SCI 收录论文 60 余篇。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金重大项目：混凝土坝枢纽潜在失效模式与灾变机理研究（项目编号：52192672）， 2022-2026。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 12

# 基础载荷测试

**1. 开课实验室：**工程抗震实验室

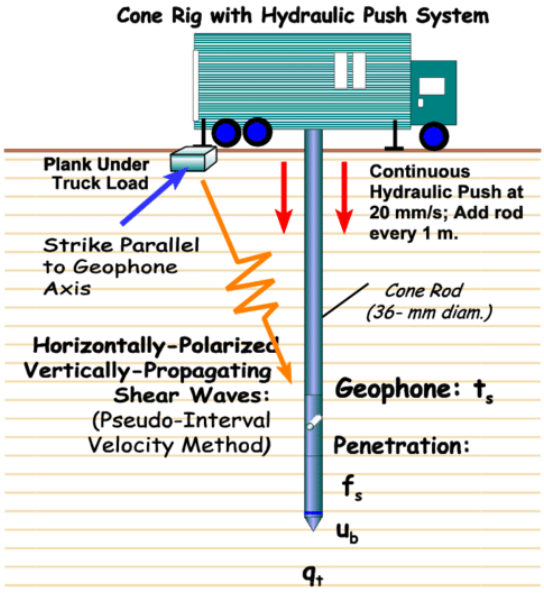
**2. 开课教师：**唐冲、封晓伟、韩聪聪

**3. 实验项目内容简介**

土木工程（房屋建筑工程、水利工程、桥梁工程、隧道工程等等）中涉及各式各样的建筑物/构筑物，这些建筑物/构筑物通常直接与地基土接触。因此，地基承载力评估是进行结构设计的前提和基础。本次实验课首先介绍地基承载力基本理论，其次围绕地基承载力原位测试方法展开具体分析，最后根据实验数据进行地基承载力分析。

**4. 主要仪器设备介绍**

原位 CPT 触探仪、探地雷达、原位旁压试验仪。




原位 CPT 触探仪）

**5. 主讲教师简介**

唐冲，男，教授，博士生导师，国家青年人才项目获得者。2014 年获新加坡国立大学岩土工程博士学位，师从国际知名岩土工程专家方国光 (Kok-Kwang Phoon) 教授，2013.08－2021.02 在新加坡国立大学土木与环境工程系从事科研工作，目前在大连理工大学水利工程学院工程抗震研究所任职教授。研究方向包括土与结构相互作用数值分析

方法、岩土参数不确定性与模型误差评估、岩土地基基础设计、数字岩土工程（Data-Centric Geotechnics）等。2020 年以第一兼通讯作者获美国土木工程师学会（ASCE）论文最高奖－诺曼奖章（Norman Medal），是 ASCE 历史最悠久的奖项，设立于 1872 年，表彰论文研究成果在工程科学领域的杰出贡献 － 岩土工程数字化。2021 年以第一作者出版英文专著《Model Uncertainties in Foundation Design》，CRC Press/Taylor & Francis Group，获国内外同行高度评价。以第一/通讯作者在岩土工程权威学术期刊（ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE Journal of Engineering Mechanics、Canadian Geotechnical Journal 等）发表 SCI 论文 30 余篇，积极参与国际设计标准/规范（ISO 2394, Eurocode）修订研究工作，领导撰写了国际土力学与岩土工程学会（ISSMGE）TC304 技术委员会“岩土参数不确定性与模型误差研究进展”报告第四章。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金项目：锚链在软土海床表面开槽机理及防护方法研究（项目编号：52001057），2021.01-2023.12。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 13

# 清洁、可再生能源海水淡化装备试验

**1. 开课实验室：**水工实验室

**2. 开课教师：**宿晓辉、张建涛

**3. 实验项目内容简介**

中国是个海洋大国，在其 300 万 $km^2$ 的管辖海域中，分布着成千上万个海岛。这些海岛中，面积大于 $500m^2$ 的有 7300 多个，已经利用的尚无居民的 1900 多个，后者中，特殊用途海岛 1020 个，公共服务用岛 365 个，旅游娱乐用岛 73 个，农林牧渔业用岛 340 个，工业、仓储、交通运输用岛 49 个，可再生能源、城乡建设等其他用岛 80 多个。居住在这些海岛上的居民的生产和生活用淡水需求往往远远超出了海岛自身的淡水总量，水资源的严重短缺制约了海岛经济、社会的发展，并给人们的生产、生活造成了困难。尤其是南海，作为中国的主权海域，蕴含丰富的油气资源。而如果要开采油气资源，建设海上作业平台，淡水的供应必将是最重要的问题之一。而且驻军官兵的生活用水更是重中之重，可以说，无淡水无以保国家，对淡水的需求上升到了国家战略的高度。而对于海岛居民、海上作业平台和驻军官兵而言，海水是就地取材且取之不尽的，淡化海水完全可作为第一水源，海水淡化才是解决海岛水资源短缺的唯一出路。

在海岸、海岛、近海、深海等进行海水淡化过程中需要消耗大量的能源，主要能耗源于海水加压，目前常规海水淡化所利用的能源主要是化石燃料，这样不仅造成大量的碳排放，同时也加剧了能源危机。而如果采用天然的海洋能作为海水淡化的原始能源和动力，将大大降低海水淡化的成本，实现海洋能源、资源的综合利用。因此，将海洋能这样的可再生能源应用于海水淡化具有非常好的前景。

本课程的主要内容包括：（1）海洋清洁、可再生能源开发利用的基本知识。（2）可再生能源的获能设备研发（3）可再生清洁能源增压制淡原理实验。（4）可再生能源增压制淡样机试验及结果分析。

**4. 主要仪器设备介绍**

（1）可再生清洁能源增压制淡原理实验台。

海流能增压制淡原理实验台

（2）可再生清洁能源增压制淡样机实验台。

海流能增压制淡装备样机试验台

**5. 主讲教师简介**

宿晓辉教授，历任新加坡国立大学热带海洋研究所研究员，新加坡南洋理工大学机械与航空、航天系博士后研究员，Atlantis Resources Corporation 公司技术咨询，丹麦水利研究所（DHI Singapore）水利工程师，2010 年 10 月大连理工大学教授，主要从事计算流体动力学（CFD）研究与潮汐、海洋流能开发利用研究。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）海洋可再生能源专项资金项目：新型竖轴直驱式潮流能发电装置的研究与试验（项目编号：GHME2011CL01），2011-2013。

（2）高等学校博士学科点专项科研基金项目：竖轴变臂长潮流水轮机关键技术研究，2013-2014。

（3）中央高校基本科研业务费专项资金项目：潮流能增压制淡装备的研制，2014-2015。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 14

# 水电站蜗壳新型结构形式试验研究

**1. 开课实验室：**水利电力实验室

**2. 开课教师：**马震岳、张宏战

**3. 实验项目内容简介**

蜗壳是反击式水轮机的引水部件，是水轮发电机组的重要组成部分，也是电站厂房结构重要的过流部件，被称之为“水电站厂房的心脏”。中低水头水电站通常采用轴流式水轮机，蜗壳采用混凝土蜗壳。但大型轴流式水轮机蜗壳尺寸巨大，流道净宽可达 30m 以上，侧墙净高可达 16m 以上。且混凝土蜗壳结构的体型和受力状态复杂，对裂缝的控制非常严格，这给结构设计和配筋设计带来较大的困难。为减少蜗壳配筋量，并降低施工难度，采用预应力加固技术，使蜗壳侧墙由偏拉构件转变为偏压构件，以满足结构的强度和防渗要求。

**4. 主要仪器设备介绍**

（1）预应力混凝土蜗壳模型：几何比尺 1:20，设计内水压力 0.465MPa。

（2）预应力钢筋布置方案：根数：4 根；单根张拉力：11.25kN。

（3）DH3816 静态应变测试系统：单模块通道数 60，最大通道数 960，巡检速度 60 通道/秒，扩展方式 RS-485C，供电方式 220VAC 或 24VDC。

预应力混凝土蜗壳模型

DH3816 静态应变测试系统

**5. 主讲教师简介**

马震岳：男，1962 年出生，1978 年入大连理工大学水工专业学习，1988 年获得工学博士学位，曾在日本和加拿大从事访问学者研究。

1985 年留校参加工作，主要从事水利水电工程领域的教学和科研工作。1995 年晋升为教授，1996 年被评为博士生导师。现担任中国水力发电工程学会常务理事，高等学校水利学科教学指导委员会水利水电专业教学指导分委员会副主任，大连理工大学水利电力研究所所长。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金项目：水电站机组和厂房耦联系统振动传递特性研究及振动调控，2014-2017。

（2）企事业单位委托科技项目：地下厂房机墩蜗壳模型试验研究，2007-2011。

（3）企事业单位委托科技项目：大藤峡工程主厂房和蜗壳结构静动力分析及模型试验，2016-2017。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 15

# 大规模水电系统优化调度方法及软件应用

**1. 开课实验室：**水电仿真平台实验室

**2. 开课教师：**程春田、武新宇、李刚、廖胜利、申建建、刘本希

**3. 实验项目内容简介**

（1）介绍水电系统优化调度的基本内容和方法；

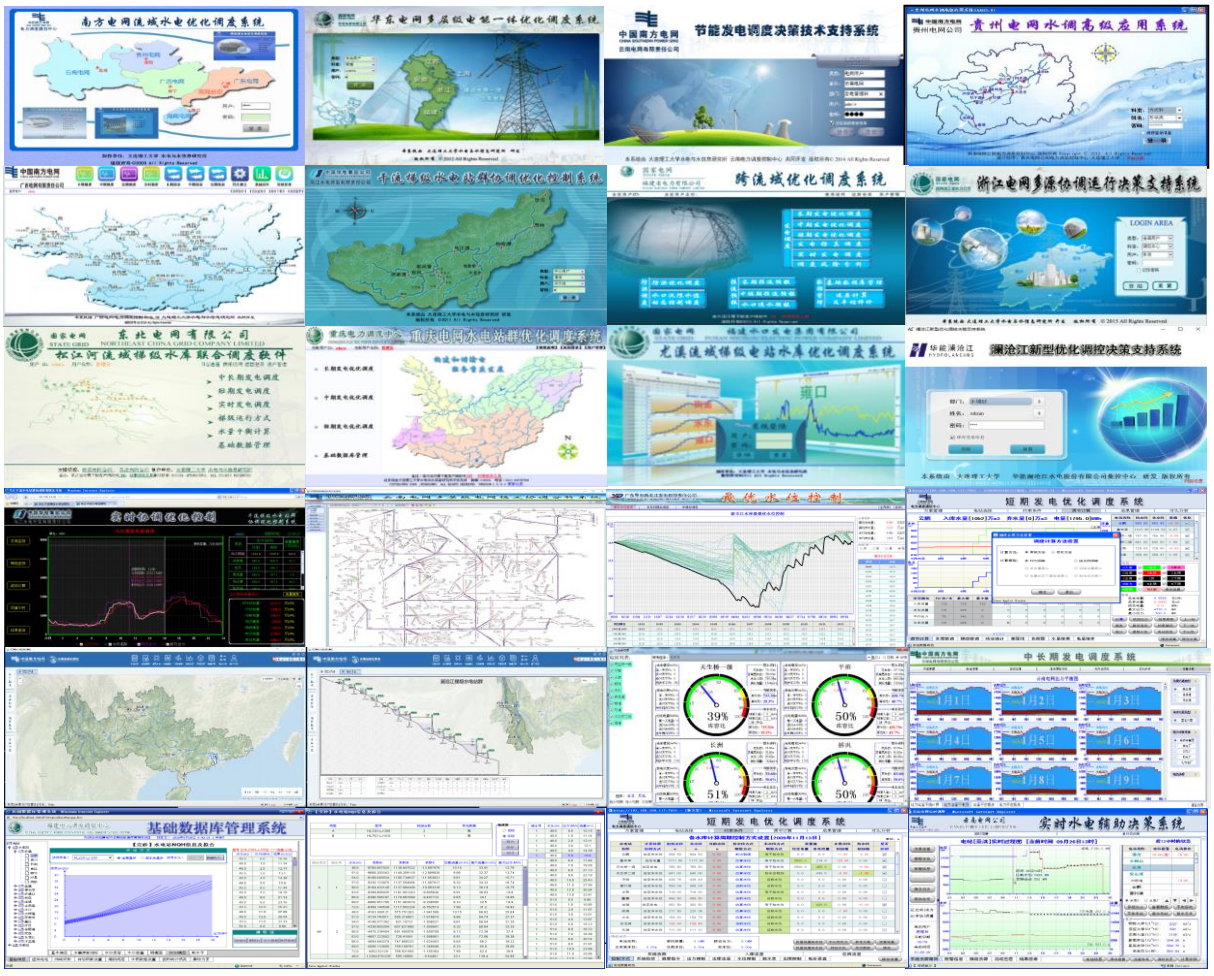
（2）介绍我国大规模水电系统调度面临的新问题和应对技术；

（3）介绍大规模水电系统优化调度软件体系、功能；

（4）结合软件操作进行实际工程模拟分析。

**4 主要仪器设备介绍**

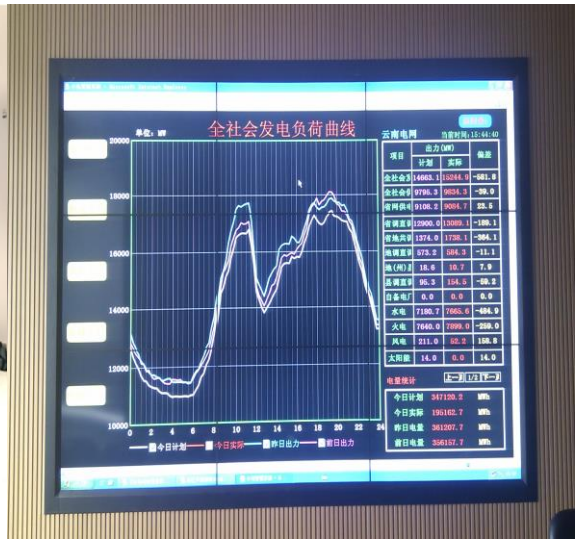
（1）软件设备（水电站、梯级水电站、电网跨流域水电站群优化调度软件系统）




水电站群优化调度软件

（2）硬件设备（30 余台服务器构成的服务器集群，1.7m×3.0m 电子显示屏）

服务器集群




电子显示屏

**5. 主讲教师简介**

程春田，长江学者特聘教授，研究方向为水电优化调度，清洁能源电力市场；

武新宇，教授，研究方向为水电系统经济运行；

李　刚，副教授，研究方向为节能发电调度及电力市场；

廖胜利，副教授，研究方向为电网水电优化调度；

申建建，教授，研究方向为流域梯级水电站优化调度；

刘本希，副教授，研究方向为电网安稳分析及电力市场。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金重大计划重点支持项目：西南河流源区径流适应性利用不确定性量化方法研究（项目编号：91547201），2016.1-2019.12。

（2）国家自然科学基金重大国际合作项目：大规模复杂水电系统的优化调度理论与方法（项目编号：51210014），2013.1-2017.12。

（3）横向课题：南方电网水电一体化优化调度系统，2017.1-2018.12。

（4）横向课题：乌江流域水电集控中心考虑电价因子的梯级发电优化调度研究与系统，2016.1-2017.12。

（5）横向课题：广西电网水调高级应用系统，2018.1-2018.12。

（6）横向课题：电力市场竞争环境下的北盘江梯级调度和控制研究，2018.1-2018.12。

（注：本专题请学生尽量自带笔记本电脑）

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 16

# 基于三维重建技术的结构位移监测

**1. 开课实验室：**结构工程实验室

**2. 开课教师：**崔瑶

**3. 实验项目内容简介**

结构健康监测（Structural Health Monitoring，简称 SHM）系统是一种用于监测和评估建筑物、桥梁、飞机、船舶等结构物健康状况的技术系统。它的目的是实时监测结构物的结构完整性，检测潜在的损伤或缺陷，并提供及时的警报和评估，以便采取适当的维修和保养措施。SHM 系统的工作原理类似于医生对患者的健康监测。它通过持续地监测结构物的振动、应变等参数，来捕捉任何异常变化或异常模式。这些异常可能是由地震、台风等各种外力作用下结构产生的疲劳、损伤等引起的。一旦系统检测到异常，它将发出警报，通知相关人员采取必要的措施。

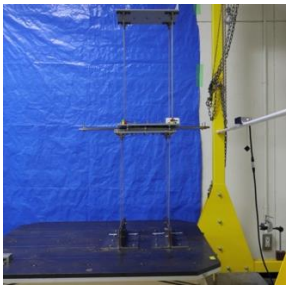
常见的 SHM 系统通常由多个加速度传感器、数据采集、数据记录等多个单元组成。传感器会被安装在结构的不同位置，用以监测和记录结构在平时和地震或台风作用下加速度数据。这些数据在被记录的同时会通过处理转换成位移数据。然而这种间接的测量，会因为计算方法的不同造成获得的位移数据的不同。因此，我们提出了一种基于三维重建技术的结构位移监测方法。三维重建技术是一种前沿的计算机视觉技术，它的工作原理类似于人眼感知深度和距离的方式。当我们从不同角度看一个物体时，它们的投影位置会发生变化，我们的大脑就会利用这些信息来推断出物体的形状和位置。利用这种技术，我们可以通过一组照片或视频来重建结构的三维场景，从而计算场景中对象物的三维运动轨迹。

在本次实验项目中，使用多台相机对对象结构进行观测，通过分析在结构上设置的特征点位来实现类似的推算。在推算中，通过定位技术获取相机之间的几何关系，例如相机的内部参数和外部参数。在振动台实验中，通过计算这些参数，并结合前后图像间的信息，我们可以获得特征点位的位移时程数据。

运用这种新方法，可以更准确地获得位移数据，同时也能使得健康监测系统更广泛地应用于例如高频振动或者大变形结构等一些使用加速度积分方法可能受限的场景。

## 4. 主要仪器设备介绍

web camera



小型振动台

实际观测建筑

## 5. 主讲教师简介

崔瑶，博导，大连理工大学土木工程(国际班)专业负责人。主要从事钢结构抗震韧性提升研究，成果被美国钢结构规范 ANSI/AISC270-21 采用。发表学术论文 100 余篇，获授权国家专利 17 项；主持国家自然科学基金及国家重点研发计划子课题等项目。入选大连市高端人才和大连理工大学“星海优青”人才计划；获辽宁省科技一等奖 2 项；编写教材 4 部；参编国家及行业标准 6 部。担任辽宁省政协委员、美国土木工程协会(ASCE)大中华区理事，中国钢结构协会结构稳定与疲劳分会理事，加拿大国家自然科学基金(NSERC)评审专家。担任《Sustainability》期刊编委，《现代应用物理》期刊青年编委。

研究方向：韧性结构体系的研发和设计理论、韧性结构多水准抗震设计方法，并积极结合人工智能与大数据技术发展、3D 打印技术，开展交叉学科探索。

## 6 相关研究的项目支撑

（1）国家自然科学基金委员会，国际（地区）合作与交流项目：基于光纤的结构腐蚀人工智能自动识别技术（52111540162），2021.04- 2023.12。

（2）中华人民共和国科学技术部，国家重点研发计划子课题：沿海交通水工建筑物韧性提升关键技术—增强水工建筑物耐震韧性的减隔震技术（2021YFB2600703-5），2021.12-2024.11。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 17

# 基于数字图像处理的结构检测

**1. 开课实验室：**结构监控研究所

**2. 开课教师：**霍林生

**3. 实验项目内容简介**

随着社会经济的发展，我国在短时间内兴建了许多大型土木工程结构，在服役过程中，这些结构不可避免地会受到环境侵蚀、荷载作用等不利因素的影响，由此产生的结构损伤将使得结构抗灾能力降低，甚至可能引起严重倒塌事故的发生。为了保障结构的安全运营，需要定期对工程结构的健康状况进行检测。

基于数字图像处理的结构检测作为近年来新兴的检测方法，以其非接触、高精度、方便快捷、平台扩展性强、与人工智能技术衔接良好等优势，在工程结构检测领域呈现出越来越广泛的应用前景。

本专题针对基于数字图像处理的结构检测，以实验室已有技术成果为基础，主要从结构的应变测量、变形与缺陷检测、三维模型重建三个方面进行展开。

**4. 主要仪器设备介绍**

主要的仪器包括 SANS10t 电子式万能试验机、无人机及遥控系统、华谷动力 WP-UC600 工业相机、水下运动相机，如图所示。

（1） SANS10t 电子式万能试验机

（2）水下运动相机

（3）搭载禅思 X5S 相机的 Inspire 2 无人机及其遥控系统

（4）华谷动力 WP-UC600 工业相机

**5. 主讲教师简介**

霍林生，土木工程学院教授，辽宁省工程防灾减灾重点实验室副主任，大连市领军人才，入选全球前 2%顶尖科学家榜单（World's Top 2% Scientists 2020, Stanford University）。主要从事结构抗震与控制、智能材料与结构、结构健康监测等方面的研究工作，主持 5 项国家自然科学基金项目（课题）和 2 项国家科技部研发项目子课题，作为研究骨干参与多项 973 项目、国家基金重点和重大项目。参与的项目分别获得国家科技进步二等奖 2 项，省部级科技进步一等奖 4 项。出版学术著作 4 部（其中一部为国家科学技术学术著作出版基金资助出版，并获得辽宁省自然科学学术成果奖一等奖），编写教材 4 部。发表 150 余篇期刊论文，SCI 收录 80 余篇。多篇论文入选 ESI 高被引论文（Essential Science Indicators，Highly Cited Papers）、期刊高被引论文（Highly Cited Papers）及特色论文（Feature Papers）。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目：特大跨桥梁性能感知理论与方法（课题编号：2015CB057704），2015.01—2019.12。

（2）国家自然科学基金面上项目：基于三维图像重建技术的震损结构快速识别方法研究（课题编号：51778111），2018.01—2021.12。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 18

# 新型清洁能源开发中的岩土体室内模拟实验研究

**1. 开课实验室：**岩土工程实验室

**2. 开课教师：**杨庆、杨钢

**3. 实验项目内容简介**

“十四五”时期将是我国能源发展的重要历史转型期，我国能源系统的安全清洁低碳高效转型将进一步加强，因此新型清洁能源的开发利用将成为未来能源战略的重心，而可燃冰与页岩气无疑是其中重要一员。大型设备“岩土体高温差高压差静动三轴测试系统”是我国首套涵盖硬岩、软岩到冻土和可燃冰的综合测试系统，可进行可燃冰开采及其力学特性的室内实验研究，可完成页岩气开采中必不可少的水压致裂实验以及深部高温高压岩体的三轴实验。本课程将依托该设备对可燃冰与页岩气开采前景、实验研究以及我国研究现状进行深入浅出的讲解，同时辅以虚拟仿真平台，实现学生动手实践的愿景。

**4. 主要仪器设备介绍**

“岩土体高温差高压差静动三轴测试系统”由科技部立项，全额资助 740 万元，历时五年建设完成，是国内首套覆盖硬岩、软岩到冻土、可燃冰的综合测试系统，其高温差、高围压性能，可实现 3000m 深海与 6000m 深地环境的模拟，契合我国深海、深地方面的战略需求，可实现可燃冰制备与开采模拟，页岩气和干热岩开发利用等新能源的综合实验研究，为我国能源战略研究提供支持。

**5. 主讲教师简介**

杨庆，教授、博士生导师，国务院学科评议组成员，国务院政府特殊津贴专家，主要从事海洋岩土工程、工程地质灾害等领域的科研与教学工作。现任大连理工大学建设工程学部党委书记，岩土工程和市政工程博士点点长，大连市岩土工程研究中心主任。主持 111 计划 1 项、国家自然科学基金重点项目 1 项、面上项目 4 项、863 项目子课题 1 项；兼任国际工程地质与环境协会（IAEG）海洋工程地质委员会（C34）副主席，中国地质学会工程地质专业委员会海洋工作委员会副主任委员，《岩土工程学报》编委等学术职务。在国内外学术刊物上发表学术论文 300 余篇、教学论文近 10 篇，出版学术专

著 1 部，新形态教材 1 部、省级一流本科课程 2 门，获辽宁省科技进步一等奖 2 项，辽宁省教学成果一等奖和校教学成果一等奖各 1 项。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金重点项目：海洋土软化特性及海床和基础失稳与灾变机理研究（项目编号：51639002），2017. 1-2021.12。

（2）国家自然科学基金重大项目：深海土与抗拔结构界面的演化机制与分析方法（项目编号：51890912）， 2019.1-2023.12。

岩土体高温差高压差静动三轴测试系统

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 19

# 深地工程理论及前沿技术

**1. 开课实验室：**岩石破裂与失稳研究所

**2. 开课教师：**唐世斌

**3. 实验项目内容简介**

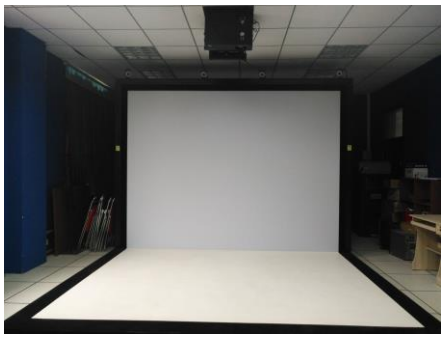
土木工程不仅仅涉及建筑、结构、桥梁等地面工程，还有很大一部分工程存在于地下，例如地铁、地下空间、地下储气库、核废料地贮存等，尤其进入 21 世纪，随着人类文明发展，人们不得不向地下要生存空间，以缓解土地资源紧张而带来的种种压力。地下空间对社会发展的作用体现在节约土地资源、改善城市交通、增强防灾能力、保护城市生态和促进产业发展等，这将是我国未来重要的发展方向。2016 年 5 月 30 日，习近平主席以《为建设世界科技强国而奋斗》为题，论述了深度工程的国家战略。向地球深部进军是人类未来必须解决的战略科技问题，学生通过该课程的学习可以了解相关的研究方向、基础理论和前沿技术，增强深度工程方向的意识以及培养兴趣，积极开展深地科学战略前沿探索，为拓展深地战略空间、抢占深地科学领域国际科技制高点培养人才。

**4. 主要仪器设备介绍**

主要的仪器包括多通道虚拟现实投影系统、联想深腾 1800 高性能并行计算集群系统、岩石三轴试验机 RMT 系统。还包含资助研发的岩石破裂过称分析并行计算软件系统。

岩石三轴试验机 RMT 系统

联想深腾 1800 集群系统



多通道虚拟现实投影系统

**5 主讲教师简介**

唐世斌，土木工程学院教授，主要从事岩石破裂与失稳的理论及数值模拟分析研究。分别于 2007 年和 2008 年前后两次赴香港理工大学进行脆性材料破裂机制的试验与数值

模拟研究。先后主持和参与多项课题研究工作获得中国岩石力学与工程学会科学技术奖（科技进步奖）特等奖、中国黄金协会一等奖，山东省科技进步二等奖等多项省部级奖励。在国内外学术刊物会议论文集上共发表论文 90 余篇，SCI 收录 60 余篇。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家重点基础研究发展计划 973 项目：重大岩体工程灾害模拟、软件及预警方法基础研究（项目编号：2014CB047100），2014.08-2018.08。

（2）国家自然科学基金重大国际合作研究项目：深部开采岩爆动力灾害机理及预测方法研究（项目编号：50820125405），2009.1-2012.12。

（3）国家自然科学基金面上项目：应力—腐蚀耦合作用下岩石流变失稳过程的细观机理及模型研究（项目编号：51474046），2015.01-2018.12。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 20

# 岩石破坏物理力学试验与并行模拟仿真

**1. 开课实验室：**岩石破裂与失稳研究所

**2. 开课教师：**梁正召、廖志毅、李 宏

**3. 实验项目内容简介**

（1）研究背景：

你想在计算机前完成物理试验室中的经典力学试验吗？你想看到岩石与混凝土裂纹的动态实时扩展过程吗？你想看到工程灾害的发生过程吗？本课程将带你进入岩石与混凝土破坏数值试验与虚拟仿真系统的新领域。岩爆、滑坡等众多地质灾害性的事故发生，表明人类目前尚缺乏对岩土材料的不规则性、非均匀性和非线性本质的认识和解决这些问题的方法，致使许多岩石力学问题无法定量或定性的予以解释和分析。数值试验正在成为科学和工程许多领域内解决问题的主流方法，与理论分析、实验研究一起成为科学研究的三大支柱之一，而模拟仿真与并行计算将实现现场工程的沉浸式体验与多重信息获取，有助于工程问题的详细分析。

（2）研究目标：

本课程利用现代计算力学原理、计算机可视化技术与并行计算方法，对岩石、混凝土力学实验以及工程灾害进行数值试验，突破了传统岩石混凝土力学实验观测难、分析难、重复难等多种弊端，实现岩体工程灾害过程的虚拟仿真，为岩石混凝土力学与岩土工程灾害的科研与教学开辟新途径，不仅达到了岩石力学辅助教学的目的，而且可以成为岩石力学理论分析、物理试验研究的一个重要补充。

（3）研究内容：

1）岩石等准脆性材料非线性变形本质特征。2）数值模拟与物理实验验证。3）基于并行计算的岩石破坏过程模拟。4）工程结构破坏过程动态演示分析。5）工程岩体的虚拟仿真显示。

（4）研究成果：

目前，以 RFPA 数值试验系统支持成立的数值试验室或 RFPA 授权使用单位有清华大学、中国矿业大学、山东大学、石油大学、西安交通大学、中南大学、香港大学、香港理工大学、重庆大学、加拿大劳仑亨大学、日本九州大学、瑞典吕利欧大学、澳大利亚

西奥大学等近 30 家大学。国内外 300 余位研究生应用 RFPA 数值试验完成研究生论文并获得研究生学位。相关研究成果发表论文 500 余篇，在国家重点基础研究计划 973 项目资助下，获得国家科技进步奖、省部级自然科学奖和特等奖 10 余项。

**4. 主要仪器设备介绍**

| 性能参数 | 指标 |
|---|---|
| CPU 个数 | 100 个 |
| CPU 类型 | IntelXeon™DP 5430 |
| 核心数 | 400 个 |
| 理论峰值 | 4.085 万亿次 |
| 内存 | 800G |
| 网络 | Infiniband |

深腾 1800 高性能服务器

DVS3D 多通道虚拟现实系统

**5. 主讲教师简介**

梁正召教授，中国岩石力学与工程学会（一级学会）理事、青年工作委员会委员、国际交流工作委员会秘书长、岩体数学与物理模拟专业委员会委员，国际岩石力学学会最佳博士论文罗哈奖(Rocha Medal)中国首位获得者，中国岩石力学与工程学会青年科技奖金奖（钱七虎奖）、全国百篇优秀博士论文获得者，入选教育部新世纪优秀人才支持计划、辽宁省百千万人才计划。研究方向包括岩石破坏过程的模拟计算、边坡与隧道等岩体工程的稳定性分析等。担任《岩石力学与工程学报》《地下空间与工程学报》《隧道与地下工程灾害防治》《防灾减灾学报》编委。发表论文 200 余篇，研究成果被他人引用超过 5600 次，在国内外学术大会做特邀报告 20 余次，获得各类科技奖励 20 余项。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家重点基础研究计划 973 项目：重大岩体工程灾害模拟、软件及预警方法基础研究（项目编号：2014CB047102），2014.1-2018.7。

（2）国家重点研发计划专项：复杂工程力学高性能应用软件体系研制，2016.1-2021.6。

（3）国家自然科学基金项目：起重机—岩土地基相互作用模型与安全性，2023.1-20226.12。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 21

# 土木工程安全检测中的现代测绘仪器数据采集与分析

**1. 开课实验室：**工程测量与监测实验室

**2. 开课教师：**赵璐

**3. 课程项目内容简介**

“工欲善其事，必先利其器”，工具的创新带来了生产力的提升，也推动着人类社会的进步和发展。测绘仪器是伴随着测绘科学的发展而发展起来的，作为测绘工程的重要工具，仪器技术的发展也反过来推动了测绘科学的发展。

从 20 世纪 50 年代起，测绘仪器朝着电子化和自动化方向发展。特别是在上个世纪 90 年代以来，计算机技术，互联网技术有了迅猛的发展，测绘仪器也随之朝着数字化，小型化的方向发展，数据的迅速无缝交换，成为新兴仪器的重要特征，随机软件的功能越来越强大，大大减小了作业的强度与难度。数字化、一体化、自动化、信息化正是现代测绘仪器的最重要的特征。

本实验课程主要讲解测绘仪器的现状和发展趋势。同时，为参加课程的同学介绍这些产品的实际应用与成果分析。

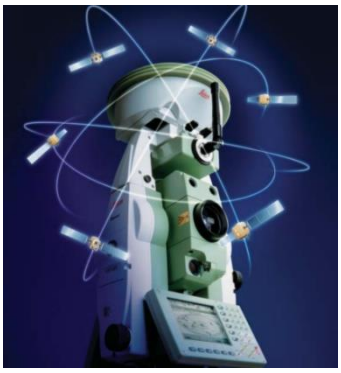
**4. 主要仪器设备介绍**

（1）莱卡超站仪：使用 Smart Station 无需考虑控制点、导线和后方交会。只需在合适的地点架设 Smart Station，按下 GPS 按键，通过 Smart Antenna 接收卫星信号，在基线 50km 范围内只需很短时间即可得到厘米级精度的 RTK 位置信息。使用 Smart Station 可以在最短时间内完成准备工作，通过 GPS 定出站点坐标，然后使用全站仪进行测量。

（2）3D 扫描仪：三维激光扫描技术是国际上近期发展的一项革命性的高新技术，利用三维激光扫描技术获取的空间点云数据，可快速建立结构复杂、不规则场景的三维可视化数字模型，还可以迅速得到任何的距离、面积、体积的测量结果，既省时又省力。

（3）非接触视频测量仪：在试验过程中，高分辨率数字摄像机监视着目标点。通过使用合适的镜头，视频测量仪的测量对象的尺寸可以是多种的，小至不到 1mm，大至超过 100m。使用 Imetrum 研发的配套软件，在相机所拍摄的画面中，我们可以精确地测量目标点的二维坐标。

（4）无人机：无人机作为遥感飞行平台，在机体上荷载数据遥感设备，利用遥感数据处理系统作为技术支撑，可以实时对地或对目标水域进行观测及数据的快速处理。



莱卡超站仪

无人机

3D 扫描仪

非接触视频测量仪

**5. 主讲教师简介**

赵璐，大连理工大学高级实验师，主持和参与国家质量工程、省级、校级等教学改革项目 14 项，其中主持 5 项。主编实验教材 1 部（高教社）、教材 1 部（大工出版社），参编教材及讲义 3 部。获得辽宁省教学成果奖三项。主要从事测绘、遥感等方面教学研究。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金面上项目：基于微观力学模型与非线性超声理论的钢-混凝土界面损伤监测，2022-2025；

（2）全国自然灾害综合风险普查全省灾害风险评估与区划项目，2022；

（3）大连理工大学校区地下管线探测及信息系统建设项目，2022；

（4）城市轨道交通工程风险监测技术规程，地方标准，2021；

（5）国家自然科学基金面上项目：基于三维图像重建技术的震损结构快速识别方法研究，2018-2021。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 22

# 大型客机舱内环境及防疫性能分析

**1. 开课实验室：**建筑环境与设备工程实验室

**2. 开课教师：**张腾飞

**3. 实验项目内容简介**

大型飞机客舱环境试验通过人工方法在地面来构建商用大型飞机在高空巡航时的舱内空气环境，致力于提高飞机的能效、改善舱内环境品质并降低传染疾病的传播风险。基于相关实验平台，已开展的研究内容包括：舱内气流组织性能、热舒适、气体与颗粒污染物传播、空气湿度调节、飞机壁面传热及包覆材料的脱湿减重、舱内热环境的逆向设计等。参加本实验项目的学生将通过背景介绍获得对飞机客舱内温湿度环境、气流组织形态和颗粒物传播路径的直观认识，通过观摩对客舱环境参数的测试实验，了解检测空气环境参数的仪器和实验方法。

**4. 主要仪器设备介绍**

（1）大型飞机客舱环境试验台：该实验台用于研究大型客机舱内空气环境，以双通道大型客机波音 767 飞机为原型，建有下送上排的置换通风系统，将空调风从过道座椅下侧送入客舱，而从舱顶排出。

（2）飞机舱夹层气流保温系统实验台：该实验台用于研究飞机壁面的传热性能以及夹层气流系统的保温效果。

（3）缩比尺寸飞机实验模型：用于在低气压湿热气候箱内构建逼真的飞机巡航环境，研究的重点是飞机墙体传热及机身壁面的水分凝结。

**5. 主讲教师简介**

主讲教师张腾飞教授长期从事飞机座舱与室内环境研究，曾作为重要学术骨干负责国家重点研发课题、国家 973 计划项目子课题等，主持国家自然科学基金、教育部博士点基金、教育部留学回国人员启动基金、美国波音飞机公司国际合作项目等研究，发表各类论文 130 余篇（SCI 检索 90 余篇），H-index > 30。获中国仿真学会创新技术一等奖、大连青年科技奖，研究成果获得 CNN、中国国际电视台（CGTN）欧洲频道等国际著名媒体报道。

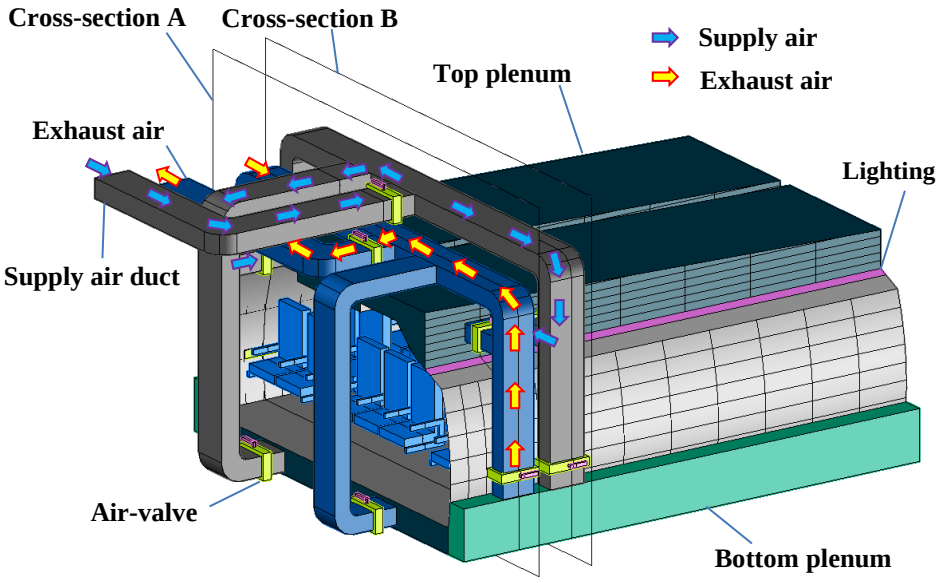
## 6. 相关研究的项目支撑

（1）国家重点基础研究发展计划（973 计划，2012CB720105）：座舱环境多场耦合反向设计基本原理，2012.1-2016.8。

（2）波音公司（美国）：飞机机身保温层内水分凝聚的抑制机理、探测及预测，2010.12-2018.12。

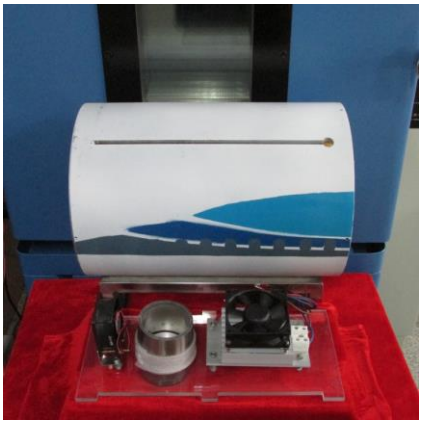
（3）美国波音公司、中国商用飞机责任有限公司：气溶胶在飞机盥洗室内释放和传播，2019.07-2021.09。

（4）教育部高等学校博士学科点新教师基金：大飞机客舱内细菌病毒空气传播监测与污染源辨识（项目批准号：200801411087），2009.1-2011.12。




大型飞机舱内环境模拟实验台示意图

飞机舱夹层气流保温系统实验台



缩比尺寸飞机实验模型

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 23

# 面向城市供能的热化学蓄热特性实验

**1. 开课实验室：**建筑环境与设备工程实验室

**2. 开课教师：**王树刚、王继红

**3. 实验项目内容简介**

温室气体的大量排放导致全球气候变暖问题逐渐加剧，充分利用太阳能等清洁能源是实现“2060年碳中和”目标的重要途径之一。然而太阳能等可再生能源存在时空分配不均与供需关系稳定性弱等问题，限制了新能源的开发与利用。蓄热技术的发展为高效利用新能源提供可能。目前常用的蓄热技术包含显热蓄热、潜热蓄热与热化学蓄热，其中热化学蓄热利用一个可逆的化学反应，将热能转化为化学能进行存储（正向反应放出热量，为放能过程；逆向反应吸收热量，为蓄能过程）。热化学蓄热技术具有储能密度高，热损失小等特点，适合跨季节蓄热。此技术的广泛应用有利于缓解城市对传统化石能源的依赖，实现节能减排目标。

本实验以沸石/水作为蓄热工质，利用沸石/水之间的可逆吸附过程，搭建开式热化学蓄热系统测试平台。测试平台核心设备为沸石固定床反应器，采用电加热器代替太阳能集热管为系统提供热能，利用风机作为驱动设备。此实验台由蓄热系统与放热系统两部分组成，蓄热系统模拟夏季蓄热过程，放热系统模拟冬季为用户供暖过程。在蓄热过程中，空气经电加热器加热后流入固定床反应器，沸石吸热脱水，将热能蓄存为化学能；在放热过程中，加湿后的空气流入反应器，沸石吸水放热加热空气，将化学能转化为热能。此实验台通过改变系统风量、温湿度等参数测试不同工况下的系统性能，同时更换蓄热材料可测试其余材料的蓄热性能。

**4. 主要仪器设备介绍**

面向城市供能的热化学蓄热特性实验系统包含蓄热与放热两个系统，各系统的主要仪器如下。

（1）蓄热系统：风机、电加热器、固定床反应器、测试系统；

（2）放热系统：湿度发生器、固定床反应器、风机、测试系统。

蓄热系统

放热系统

**5. 主讲教师简介**

本课程由大连理工大学王树刚教授负责。王树刚教授目前是建筑环境与设备工程专业负责人。负责完成或正在从事的课题包括，国家 973 计划子课题、国家 863 计划专题、国家重点研发计划课题、国家自然科学基金、国防预研项目等，日本三洋电机株式会社和波音商用飞机公司国际合作项目多项。出版专著 1 部，获批发明专利 10 余项。近 3 年来，发表被 SCI、EI 检索的学术论文 50 余篇。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金项目：基于介尺度科学的高密度数据中心热环境研究（项目编号：51678102），2017.01-2020.12。

（2）国家自然科学基金项目：煤自燃过程的介尺度特性研究（项目编号：51774181），2018.01-2021.12。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 24

# 低碳能源与绿色建筑

**1. 开课实验室：**建筑能源工程实验室

**2. 开课教师：**张吉礼、马良栋、赵天怡、梁若冰、王鹏、赵宇

**3. 实验项目内容简介**

随我国城镇化和城市建设的发展，建筑、能源和环境三者可持续发展问题日益突出，如何提高建筑的能源利用效率、提升建筑功能、贯彻低碳绿色建筑的发展模式，已成为工程界关注的焦点。将太阳能等可再生能源与常规能源相结合，解决建筑能源供应是缓解我国常规能源紧张的现状及环境保护的重要途径。建筑物联网对提升建筑功能、实现建筑节能具有重要的意义。本实验项目就是在上述背景下，结合张吉礼教授课题组十几年的科研成果和实验平台面向土木工程全体本科生而开设的，通过四种实验系统的介绍和讲解，使学生了解太阳能光电光热及其建筑一体化技术、新型建筑冷热源技术、新型重要空调技术和建筑能源系统物联网及其建筑节能技术，进而使学生了解建筑全寿命过程中建筑、能源、环境三者可持续发展的重要性、先进技术对现代建筑功能提升和可持续发展的重要性。

**4. 主要仪器设备介绍**

**5. 主讲教师简介**

本课程由大连理工大学张吉礼教授、马良栋副教授、赵天怡副教授、梁若冰博士和赵宇博士负责。

张吉礼，教授、博导，大连理工大学研究生院副院长，教育部新世纪优秀人才支持计划获得者，辽宁省“百千万人才工程”百人层次，江苏省创新创业领军人才，苏州姑苏创新创业领军人才。

马良栋，副教授、硕导，主要研究方向：太阳能 PVT 建筑一体化技术；高效能热泵制冷装备开发与强化换热；绿色建筑 BIM 优化设计理论与技术；湍流高级数值模拟技术及其应用。承担或参与科研项目 40 余项。发表学术论文 80 余篇，SCI、EI、ISTP 检索 40 余篇。

赵天怡，副教授、博导，主要研究方向：制冷空调系统智能控制理论与技术；建筑能耗物联网理论与技术；新型建筑智能化系统。主持或参加科研项目 30 余项。发表国内外期刊会议论文 70 余篇，SCI、EI、ISTP 收录 40 余篇。2016 年度大连市青年科技之星，2017 年度暖通空调百名杰出青年。

梁若冰，副教授、硕导，主要研究方向：机电设备系统 BIM 集成化设计及信息化；热电冷 PVT 技术及建筑一体化；高效太阳能换热装备开发与性能评价。承担或参与科研项目 10 余项。发表学术论文 30 余篇，SCI、EI、ISTP 检索 20 余篇。

王鹏，讲师、硕导，主要研究方向：研究方向：传感器故障诊断及在线修复，绿色建筑大数据质量保障技术。承担或参与科研项目 5 项。第一作者发表学术论文 20 篇，SCI、EI、ISTP 检索 15 篇。

赵宇，讲师、硕导，主要研究方向：超细颗粒运动扩散理论研究；建筑热环境与室内空气品质；隧道和地下空间污染物扩散机理特性研究。承担或参与科研项目 5 项。第一作者发表学术论文 19 篇，SCI、EI、ISTP 检索 13 篇。

**6. 相关研究的项目支撑**

（1）国家自然科学基金面上项目：基于穿戴传感的人体热感觉实时预测及室温智能调控，2020.1-2023.12。

（2）国家自然科学基金面上项目：建筑热环境节能调控中的质—量参数设定值在线解耦机制，2021.1-2024.12。

（3）科技部常规性科技援助项目：低能耗太阳能光伏光热建筑一体化关键技术，2020.9-2023.8。

（4）辽宁省“兴辽英才”项目科技创新领军人才：太阳能光伏光热热泵热电冷联产联供关键技术，2019.12-2022.12。

（5）国家自然科学基金青年科学基金项目：PV/T 幕墙系统多场能量转换特性对建筑冷热负荷的影响机制研究，2021.1-2023.12。

（6）国家自然基金青年基金：公路隧道封闭环境超细颗粒动力学演变与扩散耦合机理，2019.1-202.12。

（7）国家自然基金青年基金：纳米流体在活塞冷却油腔内部周期性振荡冲击传热特性的基础研究，2019.1-2021.12。

（8）国家重点研发计划课题：建筑运行大数据安全与数据质量保障关键技术，2017.7-2020.6。

（9）国家重点研发计划课题：建筑空间和机电设备的智能化技术研究，2017.7-2020.12。

（10）国家重点研发计划子课题：绿色建筑大数据管理平台工程示范与应用，2017.7-2020.6。

（11）国家重点研发计划子课题：面向不同层级建筑及其机电系统大数据分析的数据需求及提取准则研究，2017.7-2020.6。

（12）国家重点研发计划子课题：新型建筑智能化系统控制与管理应用软件研究，2017.7-2020.12。

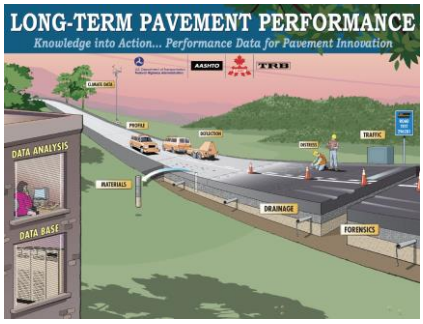
（13）国家重点研发计划课题：支持互联互通的建筑空间和机电设备系统数据模型及标准化方法研究，2017.7-2020.12。

土木水利交通学科前沿实验课程实验项目 25

# 长寿命路面技术

1. **开课实验室**：交通工程实验室
2. **开课教师**：潘宝峰、周长俊、孙依人、欧阳剑、董素芬
3. **实验项目内容简介**

建设具有中国特色的长寿命路面是道路工程学科践行“交通强国”战略的核心体现。本专题以长寿命路面技术为背景，针对道路工程相关的热点问题，给出相应的道路工程应对策略，缓解它们带来的环境问题和经济代价。内容主要包括（但不限于）：资源循环的可持续型路面技术、国际上先进的路面材料与结构设计体系、足尺路面模拟验证的方法与进展、以及未来智能交通背景下的路面发展展望。本次课程旨在激发学生的学习和研究热忱，使学生对道路工程学术研究和工程实践中的前沿问题有宏观、感性的认识和理解，并从中获得有价值的创新性启示。




足尺路面试验之长期路面性能研究

旧路材料再生利用

4. **主要仪器设备介绍**

（1）万能试验机（UTM）

万能实验机用于试验材料拉伸和压缩强度。道路工程研究所用其测试道路建筑材料如沥青混凝土、水泥混凝土、无机结合料稳定类材料的拉、压强度和模量，三点梁弯曲等行为。

（2）动态剪切流变仪（DSR）

动态剪切流变仪可以在工业制造中用于众多材料的研究、开发和质量控制。自 1993 年 Superpave 应用 DSR 评价沥青结合料高温下融化态和固态时流变学性质，DSR 也是预测沥青类材料使用性能的重要基础。

UTM-100

DSR

## 5. 主讲教师简介

潘宝峰，博士，大连理工大学交通运输学院道路工程研究所，教授，博士生导师。主要从事新型道路材料的研发与应用、路基路面试验与检测技术等方面的研究工作。

周长俊，博士，大连理工大学交通运输院长助理兼党支部书记，副教授，硕士生导师。主要从事环保型路面工程材料开发与应用方面的研究工作。

孙依人，博士，大连理工大学交通运输学院道路研究所，副教授，硕士生导师。主要从事路面材料与结构力学行为多尺度模拟及长寿命路面设计与分析工作。

欧阳剑，博士，大连理工大学交通运输学院道路研究所，副教授，硕士生导师。主要从事沥青路面绿色建养技术与材料方面的研究工作。

董素芬，博士，大连理工大学交通运输学院道路研究所，副教授，硕士生导师。主要从事智能路面材料与结构方面的研究工作。

## 6. 相关研究的项目支撑

（1）国家自然科学基金项目：考虑多尺度效应的沥青混合料非线性——损伤行为机制研究（项目编号：51808098），2019.1-2021.12。

（2）大连市政府建设研究项目：资源循环的路面再生技术研究，2016-2017。

土木水利学科前沿实验课程实验项目 26

# 单点系泊系统锚桩的可视化离心模型实验研究

**1. 开课实验室：**岩土工程研究所土工离心机实验室

**2. 开课教师：**王忠涛 赵维

**3. 实验项目内容简介**

单点系泊系统指海上船舶通过单点形式系泊在一个固定式或浮式结构物上，船舶围绕该结构物可以随风、浪、流作 360°旋转，并停泊在环境力最小的方位。单点系泊系统的锚固系统包括浮筒、锚链和锚桩，其中，锚桩埋设在海床泥面以下一定深度，受到锚链传来的水平荷载或倾斜上拔荷载，其承载力和变形情况决定着单点系泊系统的安全和长期稳定。常规的室内模型试验受到试验条件限制，难以获得真实应力场下锚桩的极限承载力，且系泊荷载作用下锚桩的运动规律和锚桩周围土体的位移场尚不明确，因此需要大力开展相关问题的科学研究。

本项目采用国内首台大型土工鼓型离心机和透明砂土材料，通过可视化离心模型实验研究系泊荷载作用下锚桩的极限承载力、运动规律以及锚桩周围土体的位移场分布，为单点系泊系统的设计提供技术支持。

**4. 主要仪器设备介绍**

（1）国内首台大型鼓型离心机：配备相对独立旋转的操控工作平台；

（2）加载装置及力传感器：可施加倾斜拉拔荷载，通过力传感器获得力值；

（3）激光发射器：联合运动相机获得锚桩的运动情况和土体的位移场；

（4）真空箱：抽出透明土中混入的气体以保证其透明度。

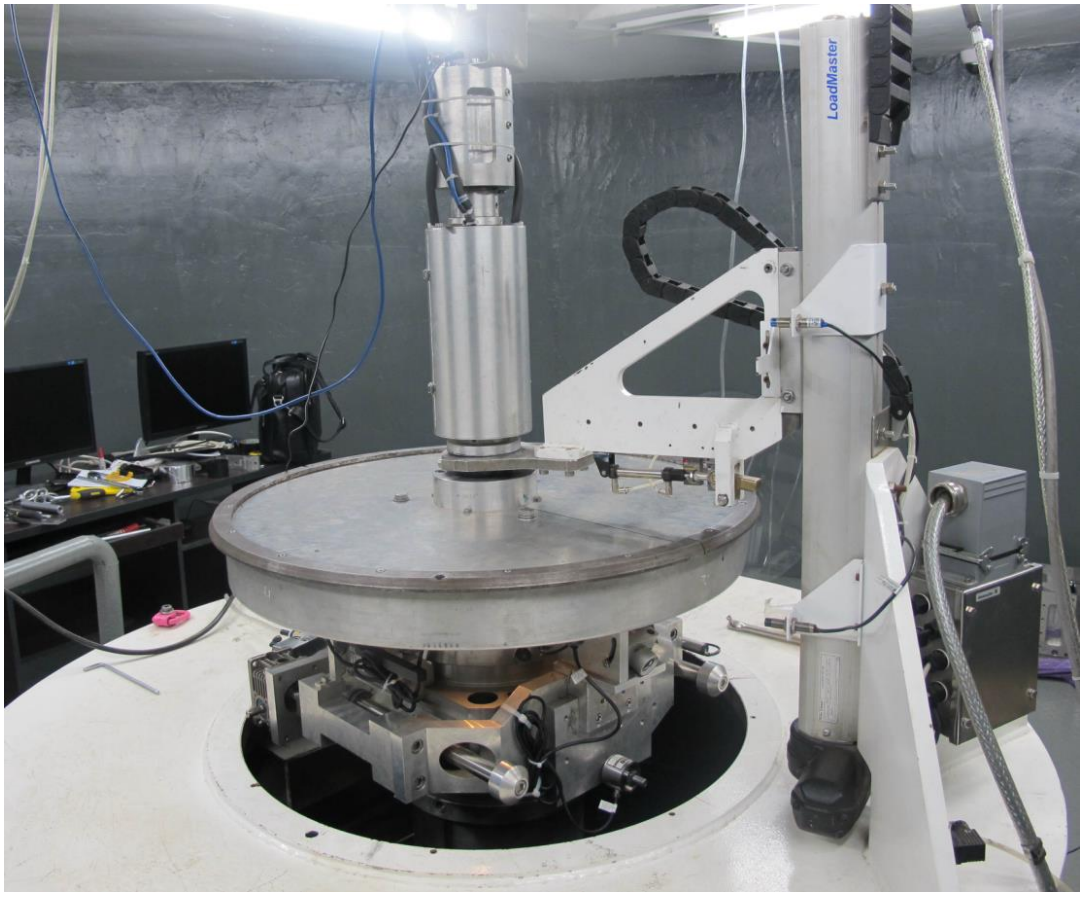
**5. 主讲教师简介**

本课程由大连理工大学王忠涛教授、赵维高级工程师负责。王忠涛教授曾在公派留学基金资助下访问剑桥大学离心机实验室 1 年；赵维高工具有丰富的工程经验和模型实验指导能力。该学术团队在海洋岩土工程研究领域具有坚实的理论基础与和相当的研究工作积累。

## 6. 相关研究的项目支撑

（1）国家自然科学基金项目：海上风机桩基础稳定性分析与离心模型试验验证研究，2011.01-2013.12。

（2）国家自然科学基金青年科学基金项目：波浪作用下海床动力响应及液化分析，2009.01-2011.12。




鼓型离心机

# 土木水利交通学科前沿实验专题
# 学习心得大纲

各位同学在学习完每个专题后，均需要提交针对此专题的学习心得，学习心得包括如下部分的内容：

（1）针对此专题讲述内容中的知识要点的简要总结；

（2）提出此专题的疑难问题或希望教师进一步深入讲解的问题；

（3）提出自己感兴趣的问题或可以解决的工程问题；

（4）对此专题讲授的内容、授课手段和方法提出建议；

（5）对此学科和研究领域发表自己的看法。

# 土木水利交通学科前沿实验考核记录表

姓名：　　学号：　　班级：

| 序号 | 专题名称 | 教师签字 | 时间 | 评分 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 低温条件下冰试样制作及物理和力学性质试验 | | | |
| 2 | 实验室波浪生成技术 | | | |
| 3 | 波浪与深海海洋平台相互作用试验研究 | | | |
| 4 | 深远海智能化养殖装备研制前沿技术 | | | |
| 5 | 海上漂浮式光伏平台的运动响应试验 | | | |
| 6 | 极端波浪作用下大型浮式 FPSO 甲板上浪及其砰击载荷特性的实验研究 | | | |
| 7 | 波浪对海洋平台冲击作用研究 | | | |
| 8 | 海洋平台的拖航试验研究 | | | |
| 9 | 海上风机的动力响应实验及数值仿真 | | | |
| 10 | 海洋基础系统模型试验前沿技术 | | | |
| 11 | 水工实验的动力响应及虚拟仿真 | | | |
| 12 | 基础载荷测试 | | | |
| 13 | 清洁、可再生能源海水淡化装备试验 | | | |
| 14 | 水电站蜗壳新型结构形式试验研究 | | | |
| 15 | 大规模水电系统优化调度方法及软件应用 | | | |
| 16 | 结构工程地震安全评价 | | | |
| 17 | 基于数字图像处理的结构检测 | | | |
| 18 | 新型清洁能源开发中的岩土体室内模拟实验研究 | | | |
| 19 | 深地工程理论及前沿技术 | | | |
| 20 | 岩石破坏的物理实验与并行模拟仿真 | | | |
| 21 | 土木工程安全检测中的现代测绘仪器数据采集与分析 | | | |
| 22 | 大型客机舱内环境调节实验 | | | |
| 23 | 面向城市供能的热化学蓄热特性实验 | | | |
| 24 | 低碳能源与绿色建筑 | | | |
| 25 | 长寿命路面技术及前沿问题 | | | |
| 26 | 单点系泊系统锚桩的可视化离心模型实验研究 | | | |

# 土木水利交通学科前沿实验总结表

| 班　　级 | | 姓　　名 | | 学号 | | 实验日期 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 专题序号 | | 专题名称 | | | | | |
| 学习心得：（包括知识要点，个人体会等） | | | | | | | |
| 课程建议：（包括教学内容、授课方法、考核模式、管理模式等） | | | | | | | |