

# 大连理工大学李锡夔教授学术报告

**报告题目：**饱和颗粒材料的协同计算均匀化方法与破坏表征

**时 间：**2019年5月13日（星期一），下午16:00

**地 点：**上海交大闵行校区木兰船建大楼 A1008 会议室

**报 告 人：**李锡夔教授，大连理工大学工业装备结构分析国家重点实验室，  
运载工程与力学学部工程力学系，国际计算力学研究中心

## 报告人介绍：

李锡夔，浙江省慈谿市人。生于上海市。大连理工大学运载工程与力学学部教授，博士生导师。师从英国皇家学会会员 OC Zienkiewicz 教授，获英国威尔士大学博士学位。中国力学学会第六、七、八届理事。曾任中国力学学会固体力学专业委员会副主任，主任(1999-2011)，国家自然科学基金委专家评审组成员、组长。澳大利亚科学委员会聘任 Newcastle 大学 International Fellow (ARCIF)。"Int. J. for Numerical Methods in Eng."编委；"Int. J. of Damage Mechanics"编委；"Int. J. of Damage Mechanics"专辑“Damage Mechanics in China”客座主编。国际华人计算力学协会执行委员(2007-)。大连理工大学国际计算力学研究中心科学委员会委员(2016-)。中国力学学会颗粒材料计算力学专业组组长(2013-)。第七届离散元法国际会议(2016,8; 大连)主席。研究领域包括：计算力学，多孔多相介质力学，颗粒材料力学，非饱和土力学，多尺度方法，耦合问题中的非线性有限元方法，高分子材料成型充填过程数值模拟等。发表二百余篇期刊学术论文，包含国际学术期刊论文八十余篇。获国家教育部科学技术进步奖二等奖，中国高校自然科学二等奖，国家教育部自然科学奖二等奖，国家教育部自然科学奖一等奖。亚太计算力学协会授予“APACM Award for Senior Scientists”。国际华人计算力学协会授予“ICACM Fellows Award”。被授予大连市第一届优秀专家称号，辽宁省优秀科技工作者称号。享受国务院政府特殊津贴。



## 报告内容简介：

饱和颗粒材料，如饱和土或饱和混凝土，是由颗粒和充满颗粒间隙的液体组成的非均质两相

材料；在宏-介观两个尺度具有不同的连续与离散特征。在介观尺度它能模型化为饱和离散颗粒集合体，而在宏观尺度则模型化为等价饱和多孔连续体。结合了颗粒材料连续与离散途径的计算多尺度方法充分发掘了离散与连续途径的各自优点，而避免了它们各自缺点。协同计算均匀化方法是多尺度方法中颇有前途的途径。它适合于模拟随载荷历史演化、以复杂离散介观结构为特征的含液非均质材料中的水力-力学响应。在所提出的二阶协同计算均匀化方法中饱和颗粒材料在宏观尺度模型化为饱和多孔梯度增强 Cosserat 连续体，而在介观表征元尺度模型化为饱和离散颗粒集合体及能量等价的饱和多孔经典 Cosserat 连续体。通过信息在两个尺度间的上、下传输与同时求解定义在介-观尺度的初-边值问题的嵌套数值方案，方法实现了具离散介观结构的表征元尺度与宏观多孔连续体尺度的双向耦合。方法可归结为如下四个部分：(1) 建立宏观饱和多孔梯度增强 Cosserat 连续体的 Hill 定理。制定把信息由宏观饱和多孔梯度增强 Cosserat 连续体至介观饱和多孔经典 Cosserat 连续体表征元的下传法则。(2) 对在下传的宏观应变度量与孔隙液压和以固相周期性边界位移、应力约束条件和液相周期性边界压力、速度约束条件作用下的离散颗粒集合体表征元发展非线性 DEM/FEM 水力-力学求解过程。(3) 通过饱和离散颗粒集合体表征元的 DEM/FEM 解的体积平均上传表征元介观信息至宏观饱和多孔梯度 Cosserat 连续体。基于以介观信息表示的热动力学框架定义宏观连续体中的损伤、愈合、净损伤与塑性应变等内状态变量。提出了基于多尺度模拟的宏观损伤-愈合-塑性表征方法。不仅可把基于介观水力-力学响应信息的应力、损伤、愈合、塑性等固相内状态变量与液相内状态变量 Darcy 速度，并且可把当前弹性-损伤-愈合-塑性模量张量与孔隙流体渗透系数张量上传至宏观连续体。(4) 在饱和颗粒材料二阶计算均匀化方法框架内对宏观饱和梯度 Cosserat 连续体构造以  $u$ - $p$  公式表示的混合有限元。发展其非线性水力-力学初-边值问题求解过程。

**欢迎大家参加！**

**联系人：万德成 教授**

**Email: dcwan@sjtu.edu.cn**