

2025 年度海南省科学技术奖提名公示内容

项目名称	岛礁工程材料服役行为表征理论与方法
提名奖项及等级	海南省自然科学奖一等奖
提名者	三亚市人民政府
项目简介 (1200 字以内)	<p>本项目属岛礁工程材料学科。岛礁工程材料填筑地基在复杂海洋环境下的稳定性和变形控制，是制约岛礁工程长期安全服役的关键科学难题。地基工程性能受颗粒破碎、黏土含量、循环荷载等多因素耦合影响，涉及从微观颗粒演化到宏观力学响应的跨尺度过程。因此，地基的稳定性判别、快速压缩和长期变形预测不仅取决于材料本构行为，更受施工方法和环境作用的综合调控。为解决上述难题，项目在国家自然科学基金和湖北省自然科学基金等项目的持续支持下，围绕填筑材料颗粒破碎机制和模型构建、压密行为调控方法、长期变形预测理论等方面开展了系统深入研究，取得重要科学发现如下：</p> <p>1) 提出岛礁工程材料填筑地基稳定性判据。明确了常应力范围内岛礁工程材料强度参数取值范围，建立了适用于描述其应力-剪胀关系的物理模型；提出了基于颗粒体积和表面积双维度的颗粒追踪方法，探明了颗粒尺寸和形貌特征对其破碎模式的内在调控机制；构建了岛礁工程材料颗粒破碎定量评价体系，探明了颗粒破碎和颗粒粒径对其服役行为的影响，在此基础上提出了颗粒破碎势函数-骨架重构-宏观本构演化的跨尺度耦合模型，并进一步建立了岛礁工程材料填筑地基稳定性评估方法。</p> <p>2) 提出基于颗粒破碎调控的岛礁工程材料填筑地基快速压密方法。揭示了黏土含量对岛礁工程材料压缩特性的调控机制，构建了依据黏土含量和应力水平预测颗粒破碎量的关系式，提出了考虑颗粒破碎影响的修正过渡细粒含量模型，明确了制约岛礁工程材料压密行为的临界黏土含量约 30%。在此基础上，揭示了颗粒破碎对地基压密行为的影响机制，提出了“边振动压实边洒水”的冲碾施工方法，并通过原位动力触探试验验证了该方法的可靠性，从而形成了从理论模型到施工技术的岛礁地基快速填筑方法体系。</p> <p>3) 提出岛礁工程材料填筑地基长期变形预测方法。针对传统</p>

	<p>Werkmeister 准则仅依赖特定循环区间、忽略应力历史影响以及未能区分加载阶段的缺陷，提出了以代表性永久轴向应变率为核心的安定性分类准则，对 134 组岩土材料的永久变形分类准确率达 92%。在此基础上，阐明了岛礁工程材料在加载阶段的蠕变和卸载阶段的膨胀特性及其应变极限，创建了考虑非线性蠕变-膨胀耦合效应的修正弹黏塑性膨胀模型，揭示了循环次数、加载历史和卸载幅度对其膨胀行为的影响规律，形成了从颗粒破碎调控到蠕变-膨胀协同演化的岛礁地基长期变形预测方法。</p> <p>该项目 8 篇代表性论文发表在 Eng Geol、Comput Geotech、Int J Geomech 和 Soil Dyn Earthq Eng 等岩土工程领域主流学术期刊上，相关工作受到重庆大学刘汉龙院士、浙江大学陈云敏院士、深圳大学殷建华院士、南洋理工大学楚剑院士等国内外同行的广泛关注和认可；被 Geotechnique、Can Geotech J、J Geotech Geoenviron、Eng Geol、Acta Geotech、J Rock Mech Geotech 等学科顶级期刊 SCI 引用 700 余次。基于 3 个科学发现，项目团队中 2 人入选国家级青年人才计划，2 人获省级高层次人才项目资助。项目相关成果已在南海岛礁工程和马尔代夫中马友谊大桥、以色列阿什杜德港等“一带一路”大型工程中得到了推广和应用，产生了显著的经济和社会效益。</p>
提名书 相关内容	<ol style="list-style-type: none"> 1) 代表性论文 1: Xu, D.S., Huang, M., Zhou, Y., One-dimensional compression behavior of calcareous sand and marine clay mixtures. <i>International Journal of Geomechanics</i> 2020, 20(9), 04020137. 2) 代表性论文 2 : Xu, D.S., Zhao, H.X., Fan, X.C., Qin, Y., Influence of spatial distribution of fine sand layers on the mechanical behavior of coral reef sand. <i>Soil Dynamics and Earthquake Engineering</i> 2023, 169, 107897. 3) 代表性论文 3 : Feng, W.Q., Lalit, B., Yin, Z.Y., Yin, J.H., Long-term non-linear creep and swelling behavior of Hong Kong marine deposits in oedometer condition. <i>Computers and Geotechnics</i> 2017, 84, 1-15. 4) 代表性论文 4 : Feng, W.Q., Yin, J.H., A new simplified Hypothesis B method for calculating consolidation settlements of double soil layers exhibiting creep. <i>International journal for numerical and analytical methods in geomechanics</i> 2017, 41(6), 899-917. 5) 代表性论文 5: Wang, X., Zhu, C.Q., Wang, X.Z., Qin, Y., Study of dilatancy behaviors of calcareous soils in a triaxial test. <i>Marine Georesources & Geotechnology</i> 2019, 37(9), 1057-1070.

	<p>6) 代表性论文 6: Cheng, Z., Wang, J.F., An investigation of the breakage behaviour of a pre-crushed carbonate sand under shear using X-ray micro-tomography. <i>Engineering Geology</i> 2021, 293, 106286.</p> <p>7) 代表性论文 7: Cheng, Z., Wang, J.F., A particle-tracking method for experimental investigation of kinematics of sand particles under triaxial compression. <i>Powder Technology</i> 2018, 328, 436-451.</p> <p>8) 代表性论文 8: Chen, W.B., Feng, W.Q., Yin, J.H., Borana, L., Chen, R.P., Characterization of permanent axial strain of granular materials subjected to cyclic loading based on shakedown theory. <i>Construction and Building Materials</i> 2019, 198, 751-761.</p>
主要完成人 (排序、工作单位和 贡献)	<p>1) 徐东升, 武汉理工大学, 是主要学术思想提出和总体研究方案制定者, 对《重要科学发现》中所有发现点有突出贡献。在发现点 1 中建立了岛礁工程材料填筑地基稳定性评估方法; 在发现点 2 中揭示了黏土含量对岛礁工程材料压缩特性的调控机制, 构建了依据黏土含量和应力水平预测颗粒破碎量的关系式, 提出了考虑颗粒破碎影响的修正过渡细粒含量模型, 明确了制约岛礁工程材料压密行为的临界黏土含量约 30%; 在发现点 3 中提出了岛礁工程材料填筑地基长期变形预测方法。是代表性论文 1 和 2 的第一作者。</p> <p>2) 冯伟强, 南方科技大学, 是《重要科学发现》中发现点 3 的贡献者。在发现点 3 中阐明了岛礁工程材料在加载阶段的蠕变和卸载阶段的膨胀特性及其应变极限, 创建了考虑非线性蠕变-膨胀耦合效应的修正弹黏塑性膨胀模型, 揭示了循环次数、加载历史和卸载幅度对其膨胀行为的影响规律。是代表性论文 3 和 4 的第一作者, 是代表性论文 8 的第二作者。</p> <p>3) 王星, 西华大学, 是《重要科学发现》中发现点 1 和 2 的贡献者。在发现点 1 中明确了常应力范围内岛礁工程材料强度参数取值范围, 建立了适用于描述其应力-剪胀关系的物理模型; 构建了岛礁工程材料颗粒破碎定量评价体系, 探明了颗粒破碎和颗粒粒径对其服役行为的影响, 在此基础上提出了颗粒破碎势函数-骨架重构-宏观本构演化的跨尺度耦合模型。在发现点 2 中揭示了颗粒破碎对地基压密固结行为的影响机制, 提出了“边振动压实边洒水”的冲碾施工方法, 并通过原位动力触探试验验证了该方法的可靠性。是代表性论文 5 的第一作者。</p> <p>4) 陈文博, 深圳大学, 是《重要科学发现》中发现点 3 的贡献者。在发现点 3 中针对传统 Werkmeister 准则仅依赖特定循环区间、忽略应力历史影响以及未能区分加载阶段的缺陷, 提出以代表性永久轴向应变率为核心的安定性分类准则, 对 134 组岩土材</p>

	<p>料永久变形分类准确率达 92%。是代表性论文 8 的第一作者。</p> <p>5) 程壮, 武汉理工大学, 是《重要科学发现》中发现点 1 的贡献者。在发现点 1 中提出了基于颗粒体积和表面积双维度的颗粒追踪方法, 探明了颗粒尺寸和形貌特征对其破碎模式的内在调控机制。是代表性论文 6 和 7 的第一作者。</p> <p>6) 秦月, 武汉理工大学, 是《重要科学发现》中发现点 1 的贡献者。在发现点 1 中建立了岛礁工程材料填筑地基稳定性评估方法。是代表性论文 2 和 5 的第四作者。</p> <p>7) 孙吉主, 武汉理工大学, 是《重要科学发现》中发现点 1 的贡献者。在发现点 1 中探明了颗粒破碎对岛礁工程材料服役行为的影响, 在此基础上提出了颗粒破碎势函数-骨架重构-宏观本构演化的跨尺度耦合模型。</p> <p>8) 刘洋, 武汉理工大学三亚科教创新园, 是《重要科学发现》中发现点 1 的贡献者。在发现点 1 中建立了岛礁工程材料填筑地基稳定性评估方法。</p>
主要完成单位 (排序和贡献)	<p>1) 武汉理工大学三亚科教创新园, 是本项目的第一完成单位, 参与了本项目的立项及研究方案的制定与组织实施, 并按相关规定进行科研过程管理; 对本项目给予了人力、物力和财力等支持, 提供了开展本项目的多项实施条件; 是发现点 1-3 的贡献单位。</p> <p>2) 武汉理工大学, 是本项目的第二完成单位, 为项目的完成和完成人的研究工作提供了先进的学术平台和智库支持, 包括为项目提供 800 平方米的试验和办公场地, 配备了一系列适用于测试岛礁工程材料服役性能的试验设备和仪器; 是发现点 1-3 的主要贡献单位。</p> <p>3) 南方科技大学, 是本项目的第三完成单位, 参与了本项目的立项及研究方案的制定与组织实施, 并按相关规定进行科研过程管理; 对本项目给予了人力、物力和财力等支持, 提供了开展本项目的多项实施条件; 是发现点 3 的贡献单位。</p> <p>4) 西华大学, 是本项目的第四完成单位, 参与了本项目的立项及研究方案的制定与组织实施, 并按相关规定进行科研过程管理; 对本项目给予了人力、物力和财力等支持, 提供了开展本项目的多项实施条件; 是发现点 1 和 2 的贡献单位。</p> <p>5) 深圳大学, 是本项目的第五完成单位, 参与了本项目的立项及研究方案的制定与组织实施, 并按相关规定进行科研过程管理; 对本项目给予了人力、物力和财力等支持, 提供了开展本项目的多项实施条件; 是发现点 3 的贡献单位。</p>

说明: 涉及国外的人和组织科学技术合作奖可不用公示, 其余奖项必须公示至少
7 日。