

# 赖正首 - 个人简历

博士，副教授 | 中山大学土木工程学院

邮箱: laizhengsh@mail.sysu.edu.cn | 电话: +8619866038070

学术档案: [Google Scholar](#) | [ResearchGate](#) | [ORCID](#)

赖正首博士现任中山大学土木工程学院副教授，香港高等研究院应用数学研究中心双聘教师。他于2018年在美国克莱姆森大学获土木工程博士学位，此前在中山大学获学士学位。2019至2023年间，他先后在中山大学和香港科技大学从事博士后研究工作（香江学者计划）。

赖博士的研究专注于颗粒介质多尺度计算力学，致力于开发先进的数值算法与高性能计算软件，用于复杂颗粒系统的多物理场仿真分析。他在基于傅里叶级数、多贝塞尔曲线、有向距离场等几何描述方法的不规则颗粒离散元建模与接触算法方面做出了系统性贡献；近期工作聚焦于流固耦合多尺度模拟框架（CFD-DEM）、机器学习赋能的离散元方法，以及数据驱动的颗粒材料数字孪生技术。其研究成果为深海采矿、海底碳封存、交通基础设施多尺度建模与不确定性量化等重大工程问题提供了理论基础和计算工具。

赖博士现任 *Computers and Geotechnics*、*Acta Geotechnica*、*Granular Matter* 等国际期刊审稿人。他的研究获得国家自然科学基金、广东省自然科学基金、中国博士后科学基金等资助。

## 研究方向

计算岩土力学；离散元方法；流固耦合多尺度模拟；机器学习与数据科学；颗粒材料计算力学；软件研发

## 教育背景

- 美国克莱姆森大学，博士，土木工程，2015.01-2018.12
- 中山大学，直博生（未获取学位），工程力学，2012.09-2014.06
- 中山大学，学士，交通工程，2008.09-2012.07

## 工作经历

- 中山大学-土木工程学院，副教授，2023.03-至今
- 中山大学-香港高等研究院，应用数学研究中心，双聘教师，2025.12-至今
- 香港科技大学-土木与环境工程学院、中山大学-智能工程学院，博士后（“香江学者”计划），2021.02-2023.02
- 中山大学-智能工程学院，博士后，2019.02-2021.02
- 美国爱达荷国家实验室，Research Intern，2018.06-2018.12

## 专业技能

- 多尺度模拟；数值算法与软件研发；计算力学；颗粒介质模拟；有限元/离散元方法

## 科研项目

### 纵向项目

- 广东省科学技术厅，面上项目（主持）；水合物固态流化开采中气—液—固三相流动机理与耦合数值方法研究；2026.01-至今（10万元）
- 广东省科学技术厅，基础研究重大项目（参与）；极端海洋环境下海上风电平台多场多尺度动力耦合灾变机理与减灾机制；2025.09-至今（500万元）

- 山区土木工程安全与韧性全国重点实验室, 开放课题 (主持); 山区岩体动力破裂的近场动力学-离散元耦合模拟与灾害响应机制研究; 2025-至今 (6 万元)
- 全国博士后管委会办公室和香港学者协会, “香江学者”计划项目 (主持); 颗粒介质多尺度模拟; 2021.02-2023.02 (66 万元)
- 国家自然科学基金, 青年项目 (主持); 基于 CT 图像和机器学习的钙质砂宏观力学试验及多尺度离散元建模; 2020.01-2022.12 (25 万元)
- 博士后科学基金, 面上项目 (主持); 基于傅里叶级数的不规则颗粒离散元方法研究; 2020.01-2021.12 (12 万元)
- 高校基本科研业务费, 青年教师培育项目 (主持); 基于计算机视觉的交通基础设施结构智能检测与健康评估; 2020.01-2021.12 (15 万元)

#### 横向项目

- 中国科学院力学研究所 (主持); 非球形颗粒的接触算法开发; 2025-至今 (18 万元)
- 中铁十八局集团市政工程有限公司 (主持); 深厚饱和淤泥地层地铁车站深基坑施工变形规律与预警控制技术; 2024-至今 (160 万元)
- 广州市北二环交通科技有限公司 (主持); 路面湿滑状态感知与安全预警系统应用研究; 2023-至今 (75 万元)

#### 论文 († 学生一作, # 本人通讯)

##### 2026 年

- **Lai, Z.**, Huang, S., Kong, Y., Zhao, S., Zhao, J., & Huang, L. (2026). Hybrid resolved-unresolved CFD-DEM framework for multiscale fluid-particle systems with irregular-shaped and polydisperse particles. *Journal of Computational Physics*, 554, 114759.
- Li, C., Huang, L., **Lai, Z.**#, Huang, S., & Lin, Y. (2026). A diffusion-based generative framework for virtual porous granular media generation. *Powder Technology*, 473, 122230.
- Li, C., **Lai, Z.**#, Huang, S., & Huang, L. (2026). Neural network-driven shape representation and computational particle mechanics via signed distance fields. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 167, 113913.
- Huang, S., Wang, P., **Lai, Z.**, Yin, Z.-Y., Huang, L., & Xu, C. (2026). Hybrid SDF-CFD-DEM analysis of suffusion behavior in coral sand incorporating irregular particle morphology and intraparticle voids. *Engineering Geology*, 364, 108616.

##### 2024 年

- Huang, S.†, Wang, P., **Lai, Z.**#, Yin, Z. Y., Huang, L., & Xu, C. (2024). Machine-learning-enabled discrete element method: The extension to three dimensions and computational issues. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 432, 117445.
- **Lai, Z.**, Feng, Y. T., Zhao, J., & Huang, L. (2024). Unifying the contact in signed distance field-based and conventional discrete element methods. *Computers and Geotechnics*, 176, 106764.
- Lin, Y., **Lai, Z.**, Ma, J., & Huang, L. (2024). A combined weighted Voronoi tessellation and random field approach for modeling heterogeneous rocks with correlated grain structure. *Construction and Building Materials*, 416, 135228.
- Liu, Y. J., Yin, Z. Y., Huang, S., **Lai, Z.**, & Zhou, C. (2024). Resolved CFD-DEM Modeling of Suffusion in Gap-Graded Shaped Granular Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 150(4), 04024008.
- Kootahi, K., Leung, A. K., Jiang, Z., Liu, J., Qi, R., Lourenço, S. D. N., **Lai, Z.**, & Gao, Z. (2024). Evaluation of the Methods of Particle Morphology Characterization: CT Scanning, Digital Imaging and Light Microscopy. *Computers and Geotechnics*, 174, 106648.
- 吴峰†, 黄林冲, & 赖正首 #. (2024). 基于球面沃罗诺伊的颗粒表面离散与重构方法. *工程力学*, 41(9), 245-256.

##### 2023 年

- **Lai, Z.**, Zhao, J., Zhao, S., & Huang, L. (2023). Signed distance field enhanced fully resolved CFD-DEM for simulation of granular flows involving multiphase fluids and irregularly shaped particles. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 414, 116195.
- **Lai, Z.**, Xia, Y., & Chen, Q. (2023). Discrete element modeling of granular hopper flow of irregular-shaped deformable particles. *Advanced Powder Technology*, 34(9), 104106.
- Lin, Y., Ma, J., **Lai, Z.**, Huang, L., & Lei, M. (2023). A FDEM approach to study mechanical and fracturing responses of geo-materials with stochastic inclusions using a novel reconstruction strategy. *Engineering Fracture Mechanics*, 282, 109171.
- Huang, S.†, Huang, L., **Lai, Z.**, & Zhao, J. (2023). Morphology characterization and discrete element modeling of coral sand with intraparticle voids. *Engineering Geology*, 315, 107023.
- Zhu, B., Liu, J., **Lai, Z.**, & Qian, T. (2023). Sampling Gaussian stationary random fields: A stochastic realization approach. *ISA Transactions*, 142, 386-398.

## 2022 年

- Zhao, S., **Lai, Z.**, & Zhao, J. (2022). Leveraging ray tracing cores for particle-based simulations on GPUs. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 124(3), 696-713.
- Xiao, R., Liang, B., Wu, F., Huang, L., & **Lai, Z.** (2022). Biocementation of coral sand under seawater environment and an improved three-stage biogrouting approach. *Construction and Building Materials*, 362, 129758.
- **Lai, Z.**, Zhao, S., Zhao, J., & Huang, L. (2022). Signed distance field framework for unified DEM modeling of granular media with arbitrary particle shapes. *Computational Mechanics*, 70(4), 763-783.

## 2021 年

- Chen, Q., & **Lai, Z.** (2021). Hydromechanical modelling of CO<sub>2</sub> sequestration using a component-based multiphysics code. *Environmental Geotechnics*, 8(1), 38-54.
- Gleaton, J., **Lai, Z.**, Xiao, R., Zhang, K., Chen, Q., & Zheng, Y. (2021). Optimization of mechanical strength of biocemented Martian regolith simulant soil columns. *Construction and Building Materials*, 315, 125741.
- Huang, S.†, Huang, L., & **Lai, Z.** (2021). An extension of the Fourier series-based particle model to the GJK-based contact detection and resolution framework for DEM. *Computational Particle Mechanics*, 9(2), 381-391.
- **Lai, Z.**, Chen, Q., & Huang, L. (2021). Machine-learning-enabled discrete element method: Contact detection and resolution of irregular-shaped particles. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 46(1), 113-140.
- **Lai, Z.**, Zhao, S., Zhao, J., & Huang, L. (2021). Revisiting the GJK and shape erosion method for contact resolution in DEM. *Powder Technology*, 394, 363-371.
- **Lai, Z.**, Chen, Q., & Huang, L. (2021). Evaluating the hydromechanical responses of seabed-pipelines with rotated anisotropic heterogeneous seabed properties. *Ocean Engineering*, 234, 109226.
- **Lai, Z.**, Chen, Q., & Huang, L. (2021). A semianalytical Hertzian frictional contact model in 2D. *Applied Mathematical Modelling*, 92, 546-564.
- **Lai, Z.**, & Huang, L. (2021). A polybézier-based particle model for the DEM modeling of granular media. *Computers and Geotechnics*, 134, 104052.

## 2020 年

- Huang, L., Huang, S., & **Lai, Z.** (2020). On an energy-based criterion for defining slope failure considering spatially variable soil properties. *Engineering Geology*, 264, 105323.
- Huang, L., Huang, S., & **Lai, Z.** (2020). On the optimization of site investigation programs using centroidal Voronoi tessellation and random field theory. *Computers and Geotechnics*, 118, 103331.
- **Lai, Z.**, Chen, Q., & Huang, L. (2020). Fourier series-based discrete element method for computational mechanics of irregular-shaped particles. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 362, 112873.
- 黄林冲, 叶文, 赖正首. (2020). 考虑形态及含水率的颗粒材料尺寸效应室内三轴试验研究. *铁道科学与工程学报*, 17(9), 2262-2270.

- Liang, Y., Zhang, J., **Lai, Z.**, Huang, Q. Y., & Huang, L. C. (2020). Temporal and spatial distribution of the grout pressure and its effects on lining segments during synchronous grouting in shield tunnelling. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 24(1), 79-96.

## 2019 年

- Gleaton, J., **Lai, Z.**, Xiao, R., Chen, Q., & Zheng, Y. (2019). Microalga-induced biocementation of martian regolith simulant: Effects of biogrouting methods and calcium sources. *Construction and Building Materials*, 229, 116885.
- **Lai, Z.**, & Chen, Q. (2019). Reconstructing granular particles from X-ray computed tomography using the TWS machine learning tool and the level set method. *Acta Geotechnica*, 14(1), 1-18.
- **Lai, Z.**, Chen, Q., Wang, C., & Zhou, X. (2019). Modeling dynamic responses of heterogeneous seabed with embedded pipeline through multiresolution random field and coupled hydromechanical simulations. *Ocean Engineering*, 173, 556-570.

## 2017 年

- **Lai, Z.**, & Chen, Q. (2017). Characterization and discrete element simulation of grading and shape-dependent behavior of JSC-1A Martian regolith simulant. *Granular Matter*, 19(4), 69.
- **Lai, Z.**, & Chen, Q. (2017). Particle swarm optimization for numerical bifurcation analysis in computational inelasticity. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 41(3), 442-468.

## 2016 年

- Mota, A., Chen, Q., Foulk, J.W., **Lai, Z.**, & Ostien, J.T. (2016). A Cartesian parametrization for the numerical analysis of material instability. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 108(2), 156-180.

## 荣誉奖励

- **2024**；地下工程裂隙岩体渗流测试装备与防渗关键技术，广东省技术发明奖，一等奖
- **2023**；多场多相过程 CFD-DEM 工业软件开发与仿真技术应用，第二届全国博士后创新创业大赛，全国总决赛优胜奖、优秀博士后
- **2022**；软土-城市隧道耦合体系性能演化理论与安全控制技术，广东省科技进步奖，一等奖
- **2020**；基于岩溶发育机理的碳酸盐岩地区工程地质调查及塌陷预警关键技术，广东省科技进步奖，二等奖
- **2020**；岩土-地下结构耦合体系力学行为演化的动态感控关键技术及应用，广东省力学学会科学技术奖（发明奖），一等奖

## 学术报告

- **2025.08**；粤港澳大湾区岩土工程青年学者论坛特邀报告，珠海
- **2025.05**；第一届全国颗粒计算学术会议，兰州（邀请报告）
- **2024.10**；DACOMA 2024（邀请报告）
- **2024.09**；SDF-CFD-DEM for Arbitrary Particle Shapes，中望颗粒材料研讨会（邀请报告）
- **2022.10**；基于有向距离场的多相流与任意形状颗粒 CFD-DEM 模拟方法，第六届全国颗粒材料计算力学会会议 (CMGM)，杭州（邀请报告，优秀青年报告）
- **2022.06**；Multiscale modeling of granular media: Developments of irregular-shaped particle models and contact algorithms in discrete element method，香江学者计划周年学术交流会（优秀海报奖）
- **2021.12**；非球形离散元颗粒接触算法与程序开发，地大青年论坛，武汉（邀请报告）
- **2020.12**；基于组件的多物理场模拟软件 Albany——二氧化碳地质封存模拟算例，粤港澳大湾区高性能计算全国博士后学术论坛（优秀论文奖）

## 知识产权

---

### 发明专利

- 一种基于改进浸入边界及有向距离场的任意形状颗粒 CFD-DEM 处理方法及系统, 2024
- 基于粒子群优化与贝塞尔曲线的颗粒形状模拟方法及系统, 2021
- 一种不规则颗粒的形状模拟方法、装置及设备, 2020
- 基于沃罗诺伊图的钻孔布置方案的设计方法和优化方法, 2019
- 钻孔布置方案的鲁棒性评估方法和装置, 2019
- 一种颗粒材料的颗粒状态分析方法、装置及设备, 2019
- 一种基于 BIM 的智能化监测系统, 2019

### 软件著作权

- 应用过程分析与模拟平台-基于有向距离场的 CFD-DEM 流固耦合软件 V1.0, 2024
- NetDEM 离散元软件 V1.0, 2022

## 指导学生获奖

---

- **2026.04**; 土木工程学院第七届结构设计竞赛, 一等奖, 团队: 凡事不要太绝队 (何俊彦、蒋奕涵、龚达宣)
- **2025.09**; 首届“海路通杯”数智水池大赛暨先导智算专项中山大学校内赛, 二等奖 (数值组), 参赛队员: 刘明靖、张皓钦、张翥
- **2024.10**; 第十四届 APMCM 亚太地区大学生数学建模竞赛, 二等奖 (本科组), 参赛队员: 郑泽锋、莫梓维、梁伟霖

## 学术服务

---

### 期刊审稿

- *Computers and Geotechnics*、*Acta Geotechnica*、*Granular Matter*、*Engineering Geology*、*Powder Technology*、*Applied Mathematical Modelling*、*Ocean Engineering* 等

### 会议组织

- 第五届软土工程学术会议 (2026.05, 珠海)
- 第三届学科交叉与原始创新科技论坛暨第十七届青年岩石力学与工程大会 (2025.05, 珠海)
- 中国工程院工程科技学术研讨会城市安全韧性提升暨第二届城市安全科技研讨会 (2025.12, 珠海)
- 2024 中国隧道与地下工程大会 (CTUC) (2024.10, 珠海)
- 中山大学岩土本构与数值论坛 (2026.01, 广州)
- 中国岩石力学与工程学会科普论坛 (2026.02, 广州)

### 学术兼职

- 中国岩石力学与工程学会 — 人工智能技术实用化专业委员会委员 (2024.04-至今)
- 中国颗粒学会 — 颗粒计算专业委员会委员 (2025.11-至今)、第四届青年理事 (2025-2026)
- 广东省力学学会 — 委员 (2025.01-至今)
- IJMCE — 专刊编辑 (2023-至今)

## 招生与合作

---

招收岩土工程/工程力学方向硕士, 欢迎对计算力学感兴趣的同学。