

## 工程结构中的力学问题

工程结构中的力学问题方向主要在工程结构的损伤、耐久性和防灾减灾，以及岩土力学两个子方向开展研究。主要致力于研究工程结构中力学相关的一些挑战性课题、大型工程结构的损伤、耐久性、退化等力学行为的研究及“绿色”建筑中的力学问题等。通过多年的努力，该方向已取得一批较有影响力的成果，以下为研究骨干在近几年以来已完成的代表性阶段成果：

### (1) 连续介质/孔隙介质力学及软物质物理和力学

利用孔隙介质的理论对工程中的饱和土中的桩基础隔振问题进行了系统的研究，建立了“开放型”周期性结构，即，考虑和半空间土体耦合的高架桥结构的本征振动计算模型。提出了联结式排桩隔振的理论模型和数值计算方法；建立了排桩隔振的各类新的计算模型。并系统地建立了 2.5 维饱和孔隙介质的边界元方法，以及层状饱和孔隙介质地基受移动载荷作用的 TRM 方法。基于相场理论和混合物理论，建立了正冻饱和土的相场理论，该方向目前正在进一步研究。

另外，还对物理学中的声子晶体的能带结构及其计算理论进行了研究，对声子晶体理论在工程结构中的应用进行了研究，目前，已取得一些阶段性成果。此外，我们在孔隙介质相变问题方向也进行了研究，正在开展一项国家重点实验室开放基金的研究，目前正在建立正冻孔隙介质的理论模型，已取得阶段性成果。

在该研究方向已成功申请国家自然科学基金项目 2 项，深部岩土力学国家重点实验室开放基金 1 项，发表论文 22 篇，其中 SCI 收录 17 篇，EI 收录 3 篇，教材 1 部，获镇江市科技进步三等奖 1 项。

### (2) 多场耦合下结构损伤、断裂/耐久性理论及自增强技术

开展了预应力混凝土（以下简称 PC）结构在两种侵蚀环境（氯盐与冻融、疲劳与冻融、氯盐和硫酸盐等）耦合作用下的耐久性试验研究与理论分析工作。主要成果有：1) 通过耐久性正交试验（试件共 86 个，分 8 组，考虑了 3 种双指标组合），揭示了双指标不同侵蚀环境下 PC 材料及构件的损伤机理与承载性能劣化规律；2) 提出了预应力混凝土中氯离子二维扩散齐次模型（氯盐与冻融循环作用时），探讨了水胶比、应力水平与龄期等对结构氯离子扩散性能的影响；3) 利用冻融循环后 PC 构件相对动弹性模量的衰减规律，建立了不同预应力水平对应的构件累积损伤时变模型及疲劳寿命预测模型；4) 建立了基于动弹模和刚度衰减的 PC 梁在冻融和疲劳双指标作用下的损伤及寿命预测模型，提出了相关结构性能可靠性分析方法；5) 基于模糊数学与随机场理论，提出了不同侵蚀阶段下 PC 结构耐久寿命评估与设计方法。

研究了双材料失配对裂纹端应力场的影响规律，用约束参数定量刻画材料适配的影响。研究了碳素钢母体材料及焊缝材料断裂性能影响因素。分成常态环境和特殊环境。先研究了常态环境下裂纹尺寸的影响。利用先期获得的焊缝裂纹尖

端应力场 J-A2 修正解, 全面讨论了焊缝宽度和母材与焊材强度错配对裂纹尖端应力分布的影响。利用建立的裂纹尖端应力场解析式以及断裂力学局部法, 提出了依据标准试样获得的断裂韧度来预测非标准试样或构件解理断裂强度的方法。考虑温度的影响, 预测韧脆转化曲线及参考温度的变化。这些已形成论文。之后, 研究了中子辐射的影响。探讨了中子辐射使碳素钢母材和焊材常规性能退化的规律, 采用有限元方法, 分析了中子辐射造成裂纹尖端应力场变化的规律。用等效约束参数量化辐射效应, 建立了裂纹尖端应力场的多参数渐进解。结合 RKR 解理断裂模型, 给出了对母材及焊材由常态标准试样的断裂韧性预测经辐射后解理断裂韧性的方法。这部分成果已有论文发表, 并将陆续获得深入的成果。

#### 团队成员:

刘荣桂	陈忠安	石启印	范旭红	吴卫国	张会杰
教授/博士	教授/硕士	教授/博士	副教授/硕士	副教授/博士	副教授/博士

#### 研究成果:

##### 代表性论文:

序号	论文名称	作者(*)	发表刊物名称	发表时间	检索类型
1	A model for the wave localization in a disordered periodic elevated railway undergoing in-plane vibration	陆建飞(2)	Journal of Vibration and Acoustics	201302	SCI
2	A wave number domain boundary element method model for the simulation of vibration isolation by periodic pile rows	陆建飞(2)	Engineering Analysis with Boundary Elements	201302	SCI
3	The sequence Fourier transform method for the analysis of a periodic viaduct subjected to non-uniform seismic waves	陆建飞(1)	Acta Mechanica	201302	SCI
4	Wave localization in a disordered periodic viaduct undergoing out-of-plane vibration	陆建飞(3)	Archive of Applied Mechanics	201301	SCI
5	A constraint-equivalent approach for assessing fracture toughness of RPV steels under neutron	陈忠安(1)	Nuclear Engineering and Design	201209	SCI

	irradiation				
6	Model for the energy bands of an "open"-type periodic structure: a periodic viaduct coupled with the half-space	陆建飞(1)	Acta Mechanica	201202	SCI
7	One-dimensional consolidation of double-layered soil with non-Darcian flow described by exponent and threshold gradient	李传勋(1)	Journal of Central South University	201202	SCI
8	Experiment of Chloride Ingression in Flexural Reinforced Concrete Beams	延永东(1)	Advances in Structural Engineering	201202	SCI
9	The influence of a fixed axial top load on the dynamic response of a single pile	陆建飞(1)	Computers & Geotechnics	201201	SCI
10	Energy bands of a periodic viaduct in out-of-plane vibration: Coupling with a half-space	陆建飞(1)	European Journal of Mechanics A-Solids	201201	SCI
11	A phase field model for the freezing saturated porous medium	陆建飞(1)	International Journal of Engineering Science	201108	SCI
12	Effect of external loads on chloride transport in concrete	陆春华(2)	Journal of Materials in Civil Engineering	201107	SCI
13	Energy bands of a periodic viaduct in out-of-plane vibration: Coupling with a half-space	陆建飞(1)	European Journal of Mechanics - A/Solids	201101	SCI
14	Analysis of 1D consolidation with non-Darcian flow described by exponent and threshold gradient	李传勋(1)	Journal of Zhejiang University-Science A	201009	SCI
15	Compression behaviour of reconstituted soils at high initial water contents	殷杰(2)	G éotechnique	201009	SCI
16	Dynamic response of an offshore pile to pseudo-Stoneley waves along the interface between a poroelastic seabed and seawater	陆建飞(1)	Soil Dynamics and Earthquake Engineering	201004	SCI
17	A numerical model for the isolation of moving-load induced vibrations by pile rows	陆建飞(1)	International Journal of Solids and Structures	200912	SCI

	embedded in layered porous media				
18	Dynamic responses of a pile embedded in a layered poroelastic half-space to a harmonic axial loading	陆建飞(1)	Acta Mechanica	200909	SCI
19	Analysis of acoustic radiation mode in time domain	吴卫国(1)	Science in China Series E	200908	SCI
20	Complex variable function method for the scattering of plane waves by an arbitrary hole in a porous medium	陆建飞(2)	European Journal of Mechanics-A/Solids	200905	SCI
21	Vibration analysis of a circular tunnel with jointed liners embedded in an elastic medium subjected to seismic waves	陆建飞(2)	Journal of Vibration and Acoustics	200904	SCI
22	Numerical analysis of isolation of the vibration due to moving loads using pile rows	陆建飞(1)	Journal of Sound and Vibration	200901	SCI
23	径向基函数应用于流固耦合分析初探	苏波(1)	工程力学	201301	EI
24	基于指数形式渗流下的软土一维非线性固结分析	李传勋(1)	中南大学学报(自然科学版)	201212	EI
25	荷电电压、介质物性对静电雾化特征的影响	王军锋(1)	排灌机械学报	201211	EI
26	A new soil classification method using normalized CPT/CPTU parameters based on modified bayesian model	苗永红(1)	Advanced Materials Research	201211	EI
27	Wind-Resistant Control Research for the Main Girder of Large-Span Bridge	刘荣桂(1)	Applied Mechanics and Materials	201210	EI
28	变荷载下基于指数渗流双层地基一维固结分析	李传勋(1)	岩土力学	201209	EI
29	风洞筒体预制板拼接节点力学性能试验研究	操礼林(1)	建筑结构学报	201208	EI
30	裂缝对混凝土内氯离子扩散及钢筋锈蚀的影响	陆春华(2)	工程力学	201206	EI
31	Research on Chloride Diffusion Model in Pre-stressed Concrete With Sulfate Attack	刘荣桂(1)	Applied Mechanics and Materials	201205	EI

32	基于指数形式渗流的成层地基一维固结半解析解	李传勋(1)	西南交通大学学报	201205	EI
33	变荷载下基于指数渗流一维固结半解析解	李传勋(1)	浙江大学学报(工学版)	201205	EI
34	声发射和小波包分析在损伤状态监测中的应用	操礼林(1)	振动. 测试与诊断	201204	EI
35	压电晶片激发理想流体中各向异性板的泄漏 Lamb 波	许伯强(1)	江苏大学学报	201204	EI
36	冻融后预应力混凝土构件疲劳损伤模型	刘荣桂(1)	江苏大学学报(自然科学版)	201204	EI
37	一种基于经验模式分解的结构损伤预警方法	操礼林(1)	振动. 测试与诊断	201203	EI
38	管线钢半椭圆裂纹体的弹塑性断裂分析	王钟羨(1)	江苏大学学报	201112	EI
39	机翼形堰绕流流场的 PIV 测量	王贞涛(1)	排灌机械工程学报	201112	EI
40	混凝土结构复杂缺陷的 SWRI 诊断技术	骆英(1)	振动、测试与诊断	201111	EI
41	古木结构抗震经验评价方法的优化与评价体系的建立	刘荣桂(1)	江苏大学学报(自然科学版)	201111	EI
42	Experimental study of pre-stressed concrete beams with fatigue subjoining Freezing-Thawing circle	刘荣桂(2)	Advanced Materials Research	201110	EI
43	沉降计算经验系数的 Bootstrap 法置信区间估计	刘荣桂(3)	中南大学学报(自然科学版)	201109	EI
44	基于指数形式渗流定律的软土一维固结分析	李传勋(1)	土木工程学报	201108	EI
45	一种用于流固耦合分析的有限元网格简捷更新方法	苏波(1)	西南交通大学学报	201106	EI
46	外包钢-混凝土组合梁与钢管混凝土柱连接节点试验研究	石启印(1)	工程力学	201104	EI
47	CFRP 索大跨斜拉桥的非线性地震响应控制分析	刘荣桂(2)	中国公路学报	201103	EI
48	正常使用状态下 HRB500 钢筋混凝土梁受弯性能试验	陆春华(1)	江苏大学学报(自然科学版)	201103	EI
49	变荷载下基于指数形式渗流的一维固结分析	李传勋(1)	岩土力学	201102	EI

50	基于非牛顿指数描述的非达西渗流一维固结分析	李传勋(1)	岩土力学	201101	EI
51	基于紧支径向基函数的流固交互作用数据传递	苏波(3)	同济大学学报(自然科学版)	201101	EI
52	冻融与氯盐作用下考虑相关随机变量的预应力结构可靠度分析	刘荣桂(2)	工程力学	201009	EI
53	激光热弹激励流-固界面波的有限元数值模拟	许伯强(2)	中国激光	201007	EI
54	多排桩隔振的 Floquet 变换解法	陆建飞(2)	世界地震工程	201005	EI
55	多排桩隔振的 Floquet 变换解法	陆建飞(2)	世界地震工程	201005	EI
56	冻融与氯盐侵蚀作用下预应力结构耐久性试验及数值模拟	刘荣桂(2)	建筑结构学报	201002	EI
57	锈蚀钢筋混凝土保护层锈胀开裂时间的预测模型	陆春华(1)	建筑结构学报	201002	EI
58	冻融与氯盐侵蚀作用下预应力结构耐久性试验及数值模拟	刘荣桂(2)	建筑结构学报	201002	EI
59	Analysis of Cutting Forces in Helical Ball-end Milling Based on Coordinate Conversion	吴卫国(1)	Advanced Materials Research	201002	EI
60	Analysis of Cutting Forces in Precision Turning Based on Oblique Cutting Model	吴卫国(1)	Advanced Materials Research	201001	EI
61	钢-混凝土组合梁与钢管混凝土柱节点的非线性有限元分析	石启印(1)	建筑科学与工程学报	200904	EI
62	22NiMoCr3-7 钢韧-脆转变区断裂韧度及断裂失效曲线	王钟羨(1)	核动力工程	200904	EI
63	预应力混凝土结构的氯离子二维扩散理论	刘荣桂(1)	江苏大学学报(自然科学版)	200904	EI
64	CFRP 拉索斜拉桥静载试验分析	刘荣桂(1)	中国公路学报	200903	EI
65	预应力混凝土结构在冻融损伤条件下的疲劳寿命预测模型研究	刘荣桂(1)	建筑结构学报	200903	EI

发明专利：

序号	专利名称	专利类型	发明人(排序)	授权时间	专利号
1	HSK 工具系统综合性能的多用途立式测试装置	授权发明专利	吴卫国 (1/4)	201304	ZL20101022092 9.7
2	一种用于振动切削的复合式激振装置	授权发明专利	吴卫国 (4/5)	201002	ZL20061008534 6.1
3	HSK 工具系统性能的测试方法及其装置	授权发明专利	吴卫国 (3/5)	200910	ZL20061016135 0.1
4	一种植生型生态混凝土用的外加剂及其复配方法	发明专利	刘荣桂 (1/4)	201207	201210030305.8
5	一种铜/铝复合导电排的电镀制备方法及其装置	发明专利	吴卫国 (1/2)	201205	201110375852.5
6	一种铜/铝复合导电排的电镀制备方法以及装置	发明专利	吴卫国 (1/2)	201205	201110375825.8
7	一种振动结构辐射噪声的有源控制系统及控制方法	发明专利	吴卫国 (1/1)	201006	200910232923.9
8	一种多根 FRP 筋用复合型锚具	实用新型专利	刘荣桂 (1/4)	201211	ZL20112035384 0.8
9	一种多根 FRP 筋用复合型群锚	实用新型专利	刘荣桂 (1/4)	201207	ZL20112035354 4.8
10	一种植生型生态混凝土用的外加剂及其复配方法	实用新型专利	刘荣桂 (1/4)	201207	ZL20121003030 5.8
11	一种再生骨料型植生生态混凝土及其制备方法	实用新型专利	刘荣桂 (1/4)	201207	ZL20121004717 5.9

12	胶粉聚苯颗粒灌注聚氨酯板复合外保温系统	实用新型专利	石启印(1/4)	201103	ZL20102021637 1.0
13	一种 FRP 筋用粘结式锚具	实用新型专利	刘荣桂(1/4)	2011202	ZL20112012949 8.3

在研项目：

序号	项目名称	项目来源	项目起讫时间	总经费(万元)	负责人
1	垃圾填埋场衬垫温度效应下开裂及可挥发性有机污染物运移(51308259)	国家自然科学基金青年基金	201401-201612	25	张会杰
2	海工预应力混凝土结构耐久性试验相似理论探索与工程应用研究(51278230)	国家自然科学基金	201301-201612	85	刘荣桂
3	基于相场理论的正冻饱和岩土介质的本构理论研究(11272137)	国家自然科学基金	201301-201612	60	陆建飞
4	考虑土体和周期性高架桥结构共同作用声子晶体模型(51078171)	国家自然科学基金	201101-201312	36	陆建飞
5	基于高性能材料 CFRP 索的超大跨桥梁原型设计与相关问题研究(51078170)	国家自然科学基金	201101-201312	43	刘荣桂
6	垃圾填埋场新型垫层中可挥发性有机污染物的运移(13KJB610004)	江苏省教育厅高校自然科学研究基金	201308-201512	3.2	张会杰
7	基于光纤技术的混凝土结构无损检测技术及其应用(2010-JZ-008)	江苏省人社厅	201001-201312	3	石启印