

2018 年高等学校科学研究优秀成果奖（科学技术）推荐项目公示

奖种：自然科学奖

推荐单位：清华大学

项目名称	混凝土性能的水作用机理与控制方法
主要完成单位：清华大学，大连理工大学，浙江工业大学	
主要完成人：李庆斌，郑建军，吴智敏，胡 昱，邓宗才，郑丹，李磊，高润东，徐锋，陈樟福生，周欣竹，张云国	
项目简介： <p>该项目属于水工结构领域。</p> <p>混凝土结构经常在水环境中工作，同时也不可避免地遭受到动荷载和侵蚀因子的作用。在动荷载和水压力的共同作用下，外界水会发生迁移，与混凝土内部的水分相互作用，此时混凝土的破坏模式和机理与空气环境中工作的混凝土有很大区别。因此研究混凝土性能的水作用机理与控制方法具有重要的理论价值。该项目在国家杰出青年基金等国家级课题支持下，紧紧围绕混凝土水作用问题，从细观分析和宏观试验两个尺度，揭示水对混凝土宏观性能的作用机理和影响规律，并探讨改善混凝土结构宏观性能的方法和途径，为提高和改善混凝土性能提供理论基础和方法支持，对水工混凝土结构的建设具有重要的理论意义和潜在的应用价值。</p> <p>主要发现点如下：</p> <p>(1) 发现了水（水用量、内部自由水、真实水环境荷载）的作用是影响混凝土性能的主要因素。建立了考虑自由水粘性和材料惯性的混凝土率效应模型，发现自由水对混凝土的强度有较大影响。发现了真实水环境荷载作用下的破坏模式不同于机械围压荷载下的破坏模式。发现了克服轻骨料上浮的骨料临界吸水率，提出了考虑骨料吸水效应的混凝土性能设计方法。</p> <p>(2) 发现了骨料和界面是影响混凝土侵蚀因子扩散性能的关键因素。发现了骨料级配、形状、界面厚度和界面氯离子扩散系数是影响混凝土氯离子扩散的关键因素，建立了细观层次上混凝土氯离子扩散的格构模型，揭示了骨料形状和界面对水工混凝土氯离子扩散系数效应的影响规律。还通过实验发现了硫酸根离子对混凝土性能劣化的影响规律。</p> <p>(3) 发现了有效改善混凝土材料结构宏观性能的两种有效方法和途径。提出了利用碳纳米管改善混凝土宏观韧性的方法。建立了钢筋与混凝土界面在复杂侧向约束应力场下的粘结本构关系，提出了利用形状记忆合金驱动的预应力效应提高混凝土结构承载能力的方法。</p>	

科学价值：项目发现了水是影响混凝土宏观性能的关键因素，内部水含量对混凝土的性能有重要影响，外部水环境荷载不仅对混凝土的性能有很大影响，而且影响混凝土的宏观破坏模式。项目提出了改善提高控制混凝土材料结构性能的有效方法和可靠途径，为混凝土宏细观性能分析和控制奠定了理论基础。

引用和评价：项目相关研究成果在混凝土性能的水作用机理与控制方法等相关研究领域得到了国际、国内院士、著名学者的广泛正面引用和评述。如英国皇家工程院院士 N. R. Buenfeld 在其发表的论文中肯定了本成果的发现“对于给定的界面与水泥石氯离子扩散系数比，混凝土氯离子扩散系数随着椭圆骨料长细比的增大而减小。”中国科学院院士林皋在其发表的论文中肯定了本成果关于混凝土在低应变率作用下孔隙中的自由水阻止裂纹扩展的 *Stafen* 效应解释。本项目发表的 10 篇代表性论文，在科学引文索引 (SCI-Expanded) 中，被引用 256 次，其中他引 221 次，单篇最高他引 48 次。

代表性论文专著目录

1. An explanation for rate effect of concrete strength based on fracture toughness including free water viscosity, ENGINEERING FRACTURE MECHANICS, ZhengDan; Li Qingbin.2004, Vol.71, No. 16-17:2319-2327
2. An experimental study on the workability of self-compacting lightweight concrete. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, Wu Zhimin, ZhangYunguo, Zheng Jianjun, Ding Yining.2009, Vol.23, No. 5:2087-2092
3. Behavior of Concrete in Water Subjected to Dynamic Triaxial Compression, JOURNAL OF ENGINEERING MECHANICS-ASCE, Chen Zhangfusheng, Hu Yu, Li Qingbin, Sun Manyi, Lü Peiyin, and Liu Tianyun. 2010, Vol.136, No. 3: 379-389
4. A numerical method for the chloride diffusivity in concrete with aggregateshape effect, CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, Jian-Jun Zheng, Xin-Zhu Zhou, Yu-Fei Wu, Xian-Yu Jin.2012, Vol.31:151–156
5. Assessing the influence of ITZ on the steady-state chloride diffusivity of concreteusing a numerical model, CEMENT AND CONCRETE RESEARCH, Jian-jun Zheng, Hong S. Wong, Nick R. Buenfeld.2009, Vol.39:805–813
6. Concrete Deterioration Mechanisms under Combined Sulfate Attack and Flexural Loading, JOURNAL OF MATERIALS IN CIVIL ENGINEERING, Gao Rundong, Li Qingbin, Zhao Shunbo.2013, Vol.25, No. 1:39-44
7. Fracture toughness enhancement of cement paste with multi-walled carbon nanotubes, CONSTRUCTIONAND BUILDING MATERIALS, Hu Yu, Luo Danni, Li Penghui, Li Qingbin.2014, Vol.70:332-338
8. Behavior of concrete beam with embedded shape memory alloy wires, ENGINEERING STRUCTURES, Deng Zongcai, Li Qingbin, Sun Hongjun.2006,Vol.28,No. 12:1691-1697
9. Behavior of smart concrete beams with embedded shape memory alloy bundles, JOURNAL OF INTELLIGENT MATERIAL SYSTEMS AND STRUCTURES, Li Lei, Li Qingbin, Zhang Fan.2007, Vol.18, No. 10:1003-1014
10. Experimental study on the bond behavior of reinforcing bars embedded in concrete subjected to lateral pressure , JOURNAL OF MATERIALS IN CIVIL ENGINEERING-ASCE, Xu Feng, Wu Zhimin, Zheng Jianjun, Hu Yu, Li Qingbin.2012, Vol.24, No. 1:125-133

主要完成人情况：（公示每个完成人情况，包括：姓名、排名、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目技术创造性贡献、曾获科技奖励情况。）

1、李庆斌

姓名	李庆斌	排名	1	技术职称	教授
工作单位	清华大学				
完成单位	清华大学				
对本项目技术创造性贡献	发现了骨料大小和分布是影响混凝土性能的关键因素，通过试验揭示了骨料对全级配水工混凝土宏观性能的影响规律。发现了水的作用是影响混凝土性能的主要因素，包括混凝土的湿度对弹模和泊松比的影响、自由水对混凝土率效应的影响、真实水环境荷载对混凝土强度的影响、腐蚀水对混凝土性能的影响、冷却水对大坝混凝土性能的影响等。发现了有效改善混凝土材料结构宏观性能的两种有效方法和途径，包括利用碳纳米管改善混凝土的宏观韧性，利用形状记忆合金驱动的预应力效应提高混凝土结构承载能力。				
曾获科技奖励情况	1、2015年，国家科技进步奖，二等奖，300m级溪洛渡拱坝智能化建设关键技术，排名5，证书号：2015-J-222-2-01-R05 2、2009年，国家科技进步奖，二等奖，大型多用途智能控制试验机研制及系列化与产业化，排名9，证书号：2009-J-221-2-03-R09				

2、郑建军

姓名	郑建军	排名	2	技术职称	教授
工作单位	浙江工业大学				
完成单位	浙江工业大学				
对本项目技术创造性贡献	发现了骨料大小和分布是影响混凝土性能的关键因素，建立了混凝土骨料随机模型，提出了相应的有限元细观分析方法。				
曾获科技奖励情况	无				

3、吴智敏

姓名	吴智敏	排名	3	技术职称	教授
工作单位	大连理工大学				
完成单位	大连理工大学				
对本项目技术创造性贡献	在普通自密实混凝土设计的基础上，考虑轻骨料的吸水性，提出了自密实轻骨料混凝土（SCLC）配合比设计方法，采用这一方法配制的混凝土具有良好的工作性能，克服了轻骨料的上浮，骨料在混凝土内部分布均匀；提出了复杂侧向应力作用下光圆钢筋、变形钢筋与混凝土粘结强度计算模型、粘结滑移本构关系，揭示了变形钢筋肋的方向对粘结性能的影响。				
曾获科技奖励情况	1、2006年，教育部高等学校科学技术奖自然科学奖，一等奖，混凝土裂缝扩展的断裂理论与分析方法，排名2，证书号：2006-012 2、2011年，湖北省政府科技进步奖，一等奖，纤维增强聚合物（FRP）加固工程结构关键技术研究与应用，排名2，证书号：2011J-249-1-032-023-R02 3、2016年，湖北省政府科技进步奖，一等奖，高性能纤维复材提升混凝土结构受力性能关键技术与应用，排名4，证书号：2016J-232-1-037-023-R04				

4、胡昱

姓名	胡昱	排名	4	技术职称	副教授
工作单位	清华大学				
完成单位	清华大学				
对本项目 技术创造 性贡献	发现了水的作用是影响混凝土性能的主要因素,分析了冷却水对大坝混凝土性能的影响。发现了利用碳纳米管改善混凝土的宏观韧性有效方法和途径。				
曾获科技 奖励情况	1、2009年,国家科技进步奖,二等奖,碾压混凝土拱坝的新设计理论与实践,排名5,证书号:2009-J-222-2-03-R05				

5、邓宗才

姓名	邓宗才	排名	5	技术职称	教授
工作单位	北京工业大学				
完成单位	清华大学				
对本项目 技术创造 性贡献	发现了骨料大小和分布是影响混凝土性能的关键因素,通过试验揭示了骨料对全级配水工混凝土宏观性能的影响规律。发现了利用形状记忆合金驱动的预应力效应提高混凝土结构承载能力有效方法和途径。				
曾获科技 奖励情况	无				

6、郑丹

姓名	郑丹	排名	6	技术职称	教授
工作单位	重庆交通大学				
完成单位	清华大学				
对本项目 技术创造 性贡献	发现了水的作用是影响混凝土性能的主要因素,分析了自由水对混凝土率效应的影响、真实水环境荷载对混凝土强度的影响。				
曾获科技 奖励情况	无				

7、李磊

姓名	李磊	排名	7	技术职称	高级工程师
工作单位	中国长江三峡集团有限公司				
完成单位	清华大学				
对本项目 技术创造	发现了利用形状记忆合金驱动的预应力效应提高混凝土结构承载能力有效方法和途径,并完成了梁桥应用的现场试验。				

性贡献	
曾获科技奖励情况	1、教育部高等学校科学技术进步奖，闭环智能控制的混凝土结构理论与关键技术，一等奖，2014年，排名7，证书号：2009-J-222-2-03-R05

8、高润东

姓名	高润东	排名	8	技术职称	高级工程师
工作单位	上海市建筑科学研究院				
完成单位	清华大学				
对本项目技术创造性贡献	发现了水的作用是影响混凝土性能的主要因素，分析了荷载与腐蚀水共同作用对混凝土性能的影响。				
曾获科技奖励情况	1.2011年，河南省科技进步一等奖，受腐蚀混凝土结构计算理论和加固技术的研究与应用，排名8，证书号：2011-J-10-R08/15				

9、徐锋

姓名	徐锋	排名	9	技术职称	讲师
工作单位	南京工业大学				
完成单位	大连理工大学				
对本项目技术创造性贡献	发现了混凝土中钢筋周围的应力场和钢筋表面的几何形状是影响钢筋粘结性能的最关键因素，试验并总结了钢筋粘结性能与侧向约束应力场的关系，并从机理上解释了上述影响关系。				
曾获科技奖励情况	无				

10、陈樟福生

姓名	陈樟福生	排名	10	技术职称	高级工程师
工作单位	国家开发银行				
完成单位	清华大学				
对本项目技术创造性贡献	发现了水的作用是影响混凝土性能的主要因素，研究了真实水环境荷载对混凝土强度的影响。				
曾获科技奖励情况	无				

11、周欣竹

姓名	周欣竹	排名	11	技术职称	教授
工作单位	浙江工业大学				
完成单位	浙江工业大学				
对本项目 技术创造 性贡献	发现了骨料大小和分布是影响混凝土性能的关键因素，建立了混凝土骨料随机模型，提出了相应的有限元细观分析方法。				
曾获科技 奖励情况	无				

12、张云国

姓名	张云国	排名	12	技术职称	副教授
工作单位	大连交通大学				
完成单位	大连理工大学				
对本项目 技术创造 性贡献	在普通自密实混凝土设计的基础上，考虑轻骨料的吸水性，提出了自密实轻骨料混凝土（SCLC）配合比设计方法，采用这一方法配制的混凝土具有良好的工作性能，克服了轻骨料的上浮，骨料在混凝土内部分布均匀；提出了复杂侧向应力作用下光圆钢筋、变形钢筋与混凝土粘结强度计算模型、粘结滑移本构关系，揭示了变形钢筋的方向对粘结性能的影响。				
曾获科技 奖励情况	无				