

## 项目公示信息

一、项目名称：冻土区桩基承载理论与病害防控关键技术

二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省教育厅

随着暖湿化趋势的加剧，冻土区桩基服役环境发生重大变化，由桩基承载劣化导致的病害问题日益突出，给冻土区桩基工程的建设 and 运维带来巨大挑战。在国家、省部级等科研课题的支持下，结合工程实践，历时近20年，采取理论研究、技术研发与实践验证相结合的方法，建立了冻土区桩基暖湿化承载理论，研发了冻土区桩基建设期病害防控技术，创新了冻土区桩基服役期病害防控技术。经陕西省土木建筑学会组织专家鉴定认为“项目成果理论有突破，技术有创新，工程有应用，对桩基设计理论发展和桩基测试技术进步做出了创新性贡献，总体达到国际领先水平”。

项目成果成功应用于青藏高原第一条高速公路—青海省共和至玉树公路建设、青藏铁路加固补强、以及陕西、青海、新疆等多个关键工程。为“一带一路”交通廊道、中俄原油管道等国家战略工程的安全建设和稳定运营提供有力支撑，社会效益显著。

项目材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科技进步奖提名条件。**特提名为陕西省科技进步奖二等奖。**

三、项目简介

我国冻土区约占陆地面积的2/3，近年持续加剧的气候暖湿化导致当地桩基工程病害多发、频发，桩基承载状态评估与病害防控面临三大难题：承载理论认知难，施工质量保障难，服役病害防控难。以上难题已成为决定工程安全建设与健康服役的关键痛点，因此亟需突破冻土区桩基承载理论与病害防控关键技术瓶颈。本项目在国家、省部级等项目支持下，取得以下创新成果：

1. 建立了冻土区桩基暖湿化承载理论

首次获得冻土区桩基工程十余年完整监测数据，探明了气候暖湿化加剧导致的冻土桩基承载失效根源，发现了桩-土界面强度动态劣化规律，阐明了桩基承载失效机理；揭示了相变效应下桩-土界面接触特征，提出了桩-

土界面强度计算方法；建立了多场景桩基承载力计算模型，攻克了桩-土体系承载力计算难题，填补了理论空白。

## 2. 研发了冻土区桩基建设期病害预防技术

研发了桩体混凝土纳米改性及相变钢球封装技术，建立了桩体冻融损伤评价模型，提升桩体抗冻耐久性；提出了灌注桩分区控温技术，实现了桩体强度养护与桩周土回冻的同步实施；研发了混凝土水化热调控技术，显著降低水化热幅度。有效控制了桩体施工热扰动，提高了桩体施工质量与耐久性，形成了冻土区桩基建设期病害预防技术体系。

## 3. 创新了冻土区桩基服役期病害防控技术

研发了桩身内力的校准设备，构建了桩体温度应变与荷载应变分离计算模型，攻克了桩身内力测试瓶颈；提出了桩周冻土相变状态及水分迁移监测新方法，解决了桩基承载状态的评价难题，建立了三位一体的桩基监测方法。实现了桩体承载状态与服役性能实时把控，指导了冻土桩基病害发生与演化的精准预测，形成了冻土区桩基建设期病害防控技术体系。

## 四、客观评价

青海省科学技术厅组织了“高温多年冻土区桥梁桩基础及大孔径波纹管涵关键技术研究”项目成果鉴定会，专家组认为：“该项目……，揭示了高温多年冻土区桥梁桩基础施工水化热对桩周土体温度的影响规律，提出不同施工季节桩基承载力形成特征及合理施工周期。该成果总体达到国际领先水平，具有良好的社会效益。”

中铁西北科学研究院有限公司评价：“本项目提出的桩-土界面强度计算方法，为共玉高速、花大高速等线路桩基设计提供科学依据。”

中国建筑第四工程局有限公司评价：“本项目提出的寒区多场景桩基承载力计算模型，保障了海南州黄河市政大桥建设项目的健康运营状况。”

中建丝路建设投资有限公司评价：“运用本项目研发的混凝土水化热调控技术，降低了桩体混凝土水化热对冻土的扰动，为合理安排桩基混凝土施工浇筑及施工进度提供参考。”

依托本项目发表论文 57 篇（SCI/EI 论文 27 篇），授权专利 9 项（其中发明专利 7 项），出版专著 3 部，制定行业标准 1 部，项目成果在陕西、西藏等多个工程中得到应用，取得了显著的社会经济效益。

## 五、代表性论文专著目录（限 5 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	第一完成单位	年卷页码	发表时间	通讯作者	第一作者	国内作者	SCI 他引次数	他引总次数	知识产权是否归国内所有
1	Axial loading behaviour of laboratory concrete piles subjected to permafrost degradation	Cold Regions Science and Technology	Liyun Tang, Ke Wang,Lijun Deng, Gengshe Yang, Jianbing Chen,Long Jin	School of Architecture and Civil Engineering, Xi'an University of science and technology	2019,166,1-9	2019	Liyun Tang	Liyun Tang	Liyun Tang, Ke Wang,Lijun Deng, Gengshe Yang, Jianbing Chen,Long Jin	11	15	否
2	A resistivity model for testing unfrozen water content of frozen soil	Cold Regions Science and Technology	Liyun Tang, Ke Wang, Long Jin, Gengshe Yang, Hailiang Jia, Assaad Taoum	School of Architecture and Civil Engineering, Xi'an University of science and technology	2018,153,55-63	2018	Liyun Tang	Liyun Tang	Liyun Tang, Ke Wang, Long Jin, Gengshe Yang, Hailiang Jia	60	81	否

3	Frost Heave and Thawing Settlement of Frozen Soils around Concrete Piles: A Laboratory Model Test	Journal of Testing and Evaluation	Liyun Tang, Xiaogang Wang, Long Jin, Lijun Deng, Di Wu.	School of Architecture and Civil Engineering, Xi'an University of science and technology	2019,49,949-966	2019	Liyun Tang	Liyun Tang	Liyun Tang, Xiaogang Wang, Long Jin, Lijun Deng, Di Wu.	1	4	否
4	桩基施工对冻土地区桩基热影响分析	岩土工程学报	唐丽云, 杨更社	西安科技大学建筑与土木工程学院	2010,32,1350-1353	2010	唐丽云	唐丽云	唐丽云, 杨更社		30	是
5	大气温度升高下冻土桩负摩阻力试验研究	地下空间与工程学报	唐丽云, 王鑫, 杨更社, 金龙, 王晓刚	西安科技大学建筑与土木工程学院	2018,14,1527-1535	2018	唐丽云	唐丽云	唐丽云, 王鑫, 杨更社, 金龙, 王晓刚		13	是

## 六、代表性知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权公告日	证书编号	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)
1	发明专利	冻土电阻率和温度与冻土未冻水含量的关系模型构建方法	中国	ZL201710031576.8	2017-08-04	2575942	西安科技大学	唐丽云、王柯、杨更社、奚家米、吴迪、杨洁、邱培勇、王杰、白苗苗
2	发明专利	实时监测冻融过程中岩土体内部水分迁移的装置及方法	中国	ZL 201710161630.0	2017-05-13	2825516	西安科技大学	贾海梁, 杨更社, 奚家米, 唐丽云, 申艳军, 叶万军, 田俊峰, 杨培强, 韩芊, 彭宇
3	发明专利	基于土体电阻率变化的冻土未冻水含量检测系统及方法	中国	ZL201710031330.0	2017-10-03	2676459	西安科技大学	唐丽云、王柯、杨更社、奚家米、王杰、邱培勇、王伯超、王晓刚、徐屹凡
4	发明专利	一种利用声测管进行灌注桩内力测试用光纤的植入方法	中国	ZL202010469498.1	2021-02-26	4269153	机械工业勘察设计研究院有限公司	于永堂、张龙、郑建国、刘争宏、黄晓维
5	发明专利	一种土体分层沉降监测装置及方法	中国	ZL202011154502.1	2022-02-08	4923440	机械工业勘察设计研究院有限公司	于永堂、郑建国、黄晓维、张继文、刘争宏、张龙、黄鑫

6	发明专利	一种利用光纤测试 PHC 管桩内力的装置及方法	中国	ZL202010468411.9	2021-03-02	4279573	机械工业勘察设计研究院有限公司	于永堂、郑建国、刘争宏、张龙
7	软著	滑动测微数据处理系统 V1.0	中国	2019SR0374079	2019-04-23	03851794	机械工业勘察设计研究院有限公司	—
8	标准	多年冻土地区公路热棒路基设计与施工技术规范	中国	T/CECSG:D21-03-2021	2021-06-01	中国工程建设标准化协会	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	汪双杰, 陈建兵、金 龙、朱东鹏、董元宏、符进、刘戈、彭 惠、樊 凯、张会建、李金平、穆柯、袁堃、邵广军、陈冬根、郭宏新、裴万胜、孙田、周江洪、辛德仁、辛洋洋
9	实用新型	一种用于测定冻土导热系数的装置	中国	ZL2020 21338526.8	2020-07-09	12422725	西安科技大学	唐丽云、焦健楠、王鑫
10	实用新型	一种冻土低温特性分析用温控装置	中国	Z12016 20275264.2	2016-08-24	5472207	西安科技大学	唐丽云, 徐屹凡, 邱培勇

## 七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
唐丽云	1	副院长	教授	西安科技大学	西安科技大学	主要负责项目冻土桩基灾变防控理论及方法、设计计算理论及现场监测技术研究工作，对创新点1和3做出了主要贡献。
金龙	2	国家重点实验室副主任	正高级工程师	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	项目主要参与者之一，负责工程试验现场组织协调及资料整理工作，参与研究报告编写，对创新点1做出了重大贡献。
贾海梁	3	无	教授	西安科技大学	西安科技大学	项目主要参与者之一，参与了项目研究方案制定和室内试验，对创新点3做出了重要贡献。
于永堂	4	华岩工程公司总经理	正高级工程师	中联西北工程设计研究院有限公司	机械工业勘察设计研究院有限公司	项目主要参与者之一，参与了项目研究方案制定和室内试验，对创新点3做出了重要贡献。
彭惠	5	无	高级工程师	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	项目主要参与者之一，对创新点3做出了主要贡献。
罗滔	6	无	副教授	西北农林科技大学	西京学院	项目主要参与者之一，主要负责寒区桩体性能提升关键技术研究，对创新点2做出了主要贡献。
赵相卿	7	无	正高级工程师	中铁西北科学研究院有限公司	中铁西北科学研究院有限公司	项目主要参与者之一，参与了项目研究方案制定和室内试验，对创新点3做出了重要贡献。
黄晓维	8	无	工程师	机械工业勘察设计研究院有限公司	机械工业勘察设计研究院有限公司	项目主要参与者之一，参与现场测试、数据处理、报告编写、成果验证与推广，对创新点3做出了一定贡献。
赵涛	9	高层次人才工作办公室主任	高级工程师	西安科技大学	西安科技大学	项目主要参与者之一，参与了项目研究方案制定、数据处理和部分试验报告编写，对创新点1做出了一定贡献。
刘方	10	副院长	副教授	西京学院	西京学院	项目主要参与者之一，负责项目寒区桩体水泥基复合材料耐久性应用研究工作，对创新点2做出了主要贡献。

## 八、主要完成单位情况

### 1. 西安科技大学

作为本项目依托单位，西安科技大学为项目顺利完成做出重要贡献，主要贡献点为：1) 组织并完成了项目策划和实施工作；2) 为本项目提供配套经费支持；3) 主要参与创新点 1 和 3 的研究工作。

### 2. 机械工业勘察设计研究院有限公司

作为本项目主要参与单位，机械工业勘察设计研究院有限公司的主要贡献点为：1) 设计并完成了创新点 3 的现场实验；2) 参加创新点 3 的研究工作；3) 指导创新点 1 的研究。

### 3. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司

作为本项目主要参与单位，中交第一公路勘察设计研究院有限公司的主要贡献点为：1) 开展现场实验；2) 参加创新点 3 的研究工作。

### 4. 西京学院

作为本项目主要参与单位，西京学院的主要贡献点为：1) 完成了创新点 2 的新材料部分工作；2) 为现场实验提供指导。

### 5. 中铁西北科学研究院有限公司

作为本项目主要参与单位，中铁西北科学研究院有限公司的主要贡献点为：1) 主要参与创新点 3 的研究工作；2) 现场应用。

## 九、完成人合作关系说明

项目实施期间，项目完成人唐丽云、金龙、贾海梁、于永堂、彭惠、罗滔、赵相卿、黄晓维、赵涛、刘方合作参与项目的研究工作，主要取得成果如下：

1. 唐丽云/1、金龙/2 合作发表代表性论文1、2、3、5。
2. 金龙/2、彭惠/5 合作完成标准8。
3. 唐丽云/1、贾海梁/3合作完成专利2。
4. 唐丽云/1、金龙/2、于永堂/4、彭惠/5、罗滔/6、刘方/10合作共同获得陕西高等学校科学技术一等奖。
5. 于永堂/4、黄晓维/8合作完成专利5。
6. 唐丽云/1、赵相卿/7、黄晓维/8、赵涛/9 合作完成基于分布式光纤的灌注桩内力测试技术研究报告。