

推荐 2021 年度山东省科学技术奖励公示

1. 项目名称：高性能管桩全寿命周期安全精准监测与评估治理关键技术及应用

2. 推荐单位（专家）意见

随着高层建筑、大型构筑物的不断兴建，桩基础得到了广泛的应用。因此，亟待进行桩基础施工效应与承载性能监测、评估，而现行技术存在若干根本缺陷。该项目自主提出了按“隔时复压试验”确定并预测静压桩休止期内长期承载力方法，率先开发了 PHC 管桩植入准分布式光纤光栅精准监测的先进装置与技术，研发了分离桩土界面“界面阻力”自动化测试装置，创建了桩土界面应力分析与预测方法，对于静压桩桩土界面受力参数准确监测、评估具有重要意义。项目成果已在青岛、东营、烟台、威海、聊城、杭州、珠海、太原等地的 3000 余项桩基工程中推广应用，节约工程造价 30%以上，取得了良好的经济效益。综上所述，并参照山东省科学技术进步奖授奖基本条件，推荐该项目申报 2021 年度山东省科学技术进步奖三等奖。

3. 项目简介

该项目属土木建筑工程领域。

为推动我国桩基础施工设计水平，提高桩基础服役能力，项目组历经十余年，围绕桩基础优化设计新方法、全寿命周期一体化精准监测及安全评估关键技术，提出了优化设计方法，开发了先进的安全监测装置，提出了桩基础安全评估理论方法，有力推动桩基础健康安全领域的技术进步，取得重大突破，具体如下：

(1) 提出了基于光频域反射原理的光纤神经传感胶带，研发了基于光纤形状传感器的测斜装置和测斜方法，实现了桩身表面应力和变形的全域分布式实时监测。

(2) 针对现行存在的静压桩考虑长期承载力时间效应和嵌岩桩承载特性技术难题，提出和开发了按“隔时复压试验”确定并预测静压桩休止期内长期承载力和嵌岩桩合理嵌入深度控制的优化设计新方法。

(3) 在国内率先提出了 PHC 管桩桩身应力准分布式光纤光栅精准监测的先进装置与技术，首次攻克了 PHC 管桩植入测试的难题；研发分离沉桩阻力、桩土界面“界面阻力”及有效径向应力测试装置与技术，创建了桩土界面应力分析与预测方法，准确监测桩土界面抗剪强度参数。

(4) 着眼于复杂环境静压桩/嵌岩桩病险演变桩土界面作用，改进了提出桩土界面“界面阻力”模型方法、黏着-犁沟滑动摩擦分析方法，开发考虑桩土相互作用的桩基础安全服役状态与安全评估理论与方法，形成了桩基础服役过程安全状态评估与治理分析理论体系。

本项目发表学术论文 132 篇，其中 SCI/EI 检索论文 32 篇；取得知识产权 52 项，其中授权发明专利 24 项、实用新型专利 21 项、软件著作权 7 项；参编省级标准 2 部；获批省级工法 2 项。成果获青岛市科技进步二等奖 2 项。

研究成果构筑了桩基础设计、生产、施工、服役、治理全寿命周期一体化专利群，解决了桩基础绿色施工共性关键技术难题，已成功应用于青岛、东营、烟台、威海、聊城、杭州、珠海、太原等地的 3000 余项桩基工程中，缩短了施工工期、降低了工程成本，创造了显著的经济效益和社会效益。

4. 主要知识产权证明目录

序号	类型	名称	专利号	授权日期
1	发明	一种模拟桩土界面剪切混凝土试样表面微型传感器布设方法	ZL201610156048.0	2018-02
2	发明	一种多功能混凝土试样表面应力自动化采集装置	ZL201610157515.1	2018-06
3	发明	一种模拟桩侧径向应力对桩身轴力影响的模型试验装置	ZL201610158726.7	2018-05
4	发明	先张法预应力混凝土防腐蚀管桩及其制造方法及应用	ZL201210226431.0	2014-07
5	发明	复合地基用预制空心桩桩帽及其固定方法	ZL201510119140.5	2016-08
6	发明	一种桩土界面土和孔隙水压力测试装置及方法	ZL201510690779.9	2017-01
7	发明	一种室内模型桩桩身光纤光栅和桩土界面传感器布设装置	ZL201610135473.1	2018-07
8	发明	一种预制桩桩顶水平位移及桩身应力联合测试装置	ZL201610658822.8	2019-04
9	实用	先张法预应力混凝土实心方桩	ZL2014204188450.8	2014-12
10	实用	复合地基用预制空心桩桩帽	ZL201520154403.1	2015-08

5. 主要完成人情况

第 1 完成人，王永洪，实验师，青岛理工大学

对该项目创新点 1、2、3 均有重要贡献，对创新点 1、2、3 的贡献是：提出了 PHC 管桩植入式光纤光栅监测和桩土界面有效径向应力测试装置与技术；开发了多功能混凝土试样表面应力自动化采集装置，分离了桩土/桩岩界面“界面阻力”中的摩擦力与黏着力；开发了模拟桩侧径向应力对桩身轴力影响的试验装置。

第 2 完成人，李明辰，高级工程师，建华建材（莱阳）有限公司

对该项目创新点 2、3 有重要贡献，对创新点 2、3 的贡献是：研究了均质及层状黏

性土中不同桩径及不同桩长闭口管桩静压沉桩数值分析计算，发明了先张法预应力混凝土防腐管桩及其制造方法及应用。

第 3 完成人，张明义，教授，青岛理工大学

对该项目创新点 1、2 和 3 均有重要贡献，对创新点 1 的贡献是：提出了静力压桩长期承载力的预测方法；对创新点 2 的贡献是：发明了静压桩贯入阻力分离测试技术，开发了桩土界面土压和水压测试装置与技术；对创新点 3 的贡献是：改进了桩土/桩岩相互作用下桩基础安全服役状态与安全评估理论与方法。

第 4 完成人，任亮，教授，大连理工大学

对该项目创新点 1 有重要贡献，对创新点 1 的贡献是：发明了一种一种基于光纤形状传感器的测斜装置及测斜方法，获取了桩体应变场分布信息，实时监测了桩体工作状态。

第 5 完成人，尤润州，博士生，大连理工大学

对该项目创新点 1 有重要贡献，对创新点 1 的贡献是：针对桩体变形监测测量精度高、长期稳定性好、实时性强的需求，发明了一种一种基于光纤形状传感器的测斜装置及测斜方法。

第 6 完成人，王彬，高级工程师，汤始建华建材（山东）有限公司

对该项目创新点 2 有重要贡献，对创新点 2 的贡献是：提出了机械连接预应力混凝土管桩配筋、力学性能及其静力压桩选型方法并纳入山东省建筑标准设计图集。

6. 主要完成单位及创新推广贡献

第 1 完成单位，建华建材（莱阳）有限公司

主持本项目研究，组织合作单位技术研究及工程应用，与其他项目完成单位紧密合作，共同完成本项目，对创新点 1、2 有创造性贡献，包括：（1）提出了均质及层状黏性土中不同桩长闭口管桩静压沉桩数值分析方法，进行了桩土界面受力计算程序的现场验证工作。（2）采用光纤测试新技术开展了大量桩基现场足尺试验和长期观测；（3）将研究成果应用到烟台业达广场、烟台招商地产、烟台芝罘湾、威海雅居乐、济青高铁各站路基项目、青岛红岛会展中心的现场试验。

第 2 完成单位，青岛理工大学

与其他项目完成单位紧密合作，共同完成本项目。组织开展了工程应用，并对该项目的研究成果进行总结，对创新点 1、2、3 均有创造性贡献，包括：（1）提出了静力压桩长期承载力的预测方法合理嵌入深度控制标准，解决了将考虑长期承载力时效性运用

到静压桩优化设计中；（2）创建了光纤传感技术的桩身应力测试技术和静压桩贯入阻力复杂构成精准分离测试技术，首次攻克 PHC 管桩植入和内外壁分离测试的难题，揭示了基于贯入阻力分离的静压桩贯入机制；（3）提出并改进了修正的有限元界面摩擦模型并提供了模型参数和黏着-犁沟理论分析方法，形成桩基础服役过程安全状态评估与治理分析理论体系。

第 3 完成单位，大连理工大学

与其他项目完成单位紧密合作，共同完成本项目。对创新点 1 有创造性贡献，包括：为了获取桩体应变场分布信息，实时监测桩体工作状态，提出一种基于光频域反射技术（OFDR）的分布式光纤传感胶带。

第 4 完成单位，汤始建华建材（山东）有限公司

与其他项目完成单位紧密合作，共同完成本项目，对创新点 2、3 有创造性贡献，包括：（1）完成省级标准《预应力混凝土空心方桩》、《机械连接预应力混凝土异型桩》；（2）将研究的整体技术应用到碧桂园张马屯、东营富力十四号、青岛红岛会展中心等，从桩基础设计、施工、服役、监测、治理全寿命周期对桩基础实现了准确控制。

第 5 完成单位，深圳市简测智能技术有限公司

与其他项目完成单位紧密合作，共同完成本项目，对创新点 2、3 有创造性贡献，包括：（1）协助完成静压桩休止期内长期承载力的新方法，为静压桩休止期内任意时刻承载力预测提供了理论计算依据，有效解决了将考虑长期承载力时效性运用到静压桩优化设计中的技术难题；（2）将研究成果应用到中交四航局湛江港、海南恒大海花岛、交通运输部天津水运工程科学研究院天津港等多项项目中。