

2019 年浙江省科技进步奖推荐项目公示表

一、项目名称：

疏浚淤泥复式真空预压地基处理关键技术

二、推荐单位及推荐意见

推荐单位	温州市人民政府
推荐意见 (限 600 字)	
<p>我国沿海地区以近海疏浚淤泥为基础物源进行了大规模的海涂围垦工程，此外，每年都进行大规模的江河湖泊疏浚工程，产生数十亿方的淤泥，为保护环境，采用疏浚淤泥作为围垦、路基、建筑场地填料，已成为疏浚淤泥最有效的消纳手段。疏浚淤泥含水率高（100%-300%）、基本不具备强度，工程中广泛采用真空预压技术进行地基处理。由于排水体淤堵等技术难题，处理效果差，无法满足后期工程建设对地基承载力及工后沉降的要求，工程事故频发。该项目组经过 10 多年努力，通过系统的理论分析、室内试验、现场测试和工程实践，建立了考虑淤堵影响的疏浚淤泥固结理论、研发了整体式塑料排水板、形成了复式真空预压技术体系。经鉴定一致认为，该成果总体达到国际先进水平，部分技术达国际领先水平。项目发表学术论文 108 篇，授权发明专利 33 项，获批省级工法及主参编规范 5 项，为我国疏浚淤泥地基处理工程提供了重要的技术支撑。项目成果应用于浙江、天津、江苏、印尼等国内外数十个工程，应用面积达 1000 余万平方，节约砂垫层 500 万方，发挥经济效益约 10 亿元，经济及社会效益显著。</p> <p>本单位确保所填内容属实，特推荐申报浙江省科学技术进步奖一等奖。</p> <p>推荐该项目为省科技进步奖<u>一</u>等奖。</p>	

三、项目简介

主要技术内容、授权知识产权情况、技术指标、应用推广及取得的经济社会效益等 (限 1000 字)

我国沿海地区土地资源紧缺，以近海疏浚淤泥为基础物源进行了大规模的海涂围垦工程，累计确权围海面积已超过 11000 km²。此外，每年都进行大规模的江河湖泊疏浚工程，产生数十亿方的淤泥，为保护环境，采用疏浚淤泥作为围垦、路基、建筑场地填料，已成为疏浚淤泥最有效的消纳手段。疏浚淤泥含水率高（100%-300%）、基本不具备强度，工程中广泛采用真空预压技术进行地基处理。由于排水体淤堵等技术难题，处理效果差，无法满足后期工程建设对地基承载力及工后沉降的要求，工程事故频发。项目组在十余项国家和省部级科研项目支持下，取得了以下创新成果：

1.首次揭示了淤堵区形成的时间效应及淤堵对真空预压固结的影响规律，提出了淤堵区、过渡区与非淤堵区的划分方法，建立了考虑淤堵影响的疏浚淤泥固结理论，为疏浚淤泥复式真空预压系列缓解淤堵技术研发提供了理论基础。

2.首创整体式塑料排水板：采用孔径 60μm -320μm 范围内可调的亲水性可降解平面型滤膜、并与板芯热融合一体，与传统凹凸滤膜、膜-芯分离排水板相比，通水能力提高 2 倍；真空预压法处理疏浚淤泥过程中滤膜表面形成反滤结构，有效缓解了淤堵效应，增强排水板抗弯折能力，与传统板“Z”型相比呈“S”型弯折，提高排水效果；建立了基于滤膜孔径与疏浚淤泥粒径关系的排水板选型标准，疏浚淤泥处理效果提高 15%以上，总销售量达两亿余米。

3.研发了手型接头、透水增压管、排水板增压系统等装置，发明了分级分阶段、密闭式、增压式等缓解淤堵真空预压技术，集成了复式真空预压固结技术体系。分级分阶段技术延缓了淤堵区形成；密闭式真空技术减少了真空度衰减、节约了排水砂垫层；增压技术增加了排水体间压差，在淤堵区中产生微裂缝，改善土体渗透性，提高排水效果；采用排水板增压，“一板两用”可实现深层土体增压。复式真空预压技术应用于我国最大的单体围垦工程—浙江瓯飞工程，地基承载力提高 30%以上、缩短工期约 20%，解决了疏浚淤泥地基处理过程中淤堵效应导致地基承载力低下等技术难题。

龚晓南院士为主任，郑建龙院士、张建民院士为副主任，陈湘生院士等为委员的鉴定委员会认为，“该成果总体上达到了国际先进水平，其中考虑淤堵效应的疏浚淤泥固结理论与复式深层真空预压技术达到国际领先水平”。

该成果发表学术论文 108 篇，其中 SCI 收录 43 篇，EI 收录 43 篇；授权发明专利 33 项，软件著作权 2 项；获批省级工法 2 项；作为主编单位之一完成国家规范 1 部，主编中国标准化协会标准 1 部（在编），参编完成省级标准 1 部，获得浙江省专利优秀奖 1 项。成果应用于浙江、天津、江苏、印尼等国内外数十个疏浚淤泥地基处理工程，应用面积达 1000 余万平方，节约砂垫层 500 万方，发挥经济效益约 10 亿元，经济及社会效益显著。

四、第三方评价

评价结论、检测结果等 (限 1200 字)

一、专家鉴定

疏浚淤泥复式真空预压地基处理关键技术,浙技协鉴字[2018]第 193 号,由我国著名岩土工程专家、中国工程院院士龚晓南院士为主任,郑建龙院士、张建民院士为副主任,陈湘生院士等为委员的鉴定委员会认为,“该成果总体上达到了国际先进水平,其中考虑淤堵效应的疏浚淤泥固结理论与复式深层真空预压技术达到国际领先水平”。

二、科技查新

委托浙江省科技信息研究院针对本项目进行科技查新(编号:201833B2114944),主要结论如下:

- 1、项目所提出的排水板选型标准,在相关文献中未见具体述及。
- 2、项目研发平轧辊热轧成型的新型平面滤膜,将排水板的滤膜通过热融或化学粘合于排水板芯的凸筋表面,形成新型整体式塑料排水板,在相关文献中未见具体述及。
- 3、项目研发孔径可调整的新型排水板滤膜,根据实际工程中的土颗粒粒径,滤膜孔径在 $60\mu\text{m}$ - $320\mu\text{m}$ 范围内可调整,在相关文献中未见具体述及。
- 4、项目研发连接段外表为若干个搭接状圆台组成的真空预压设备用接头,连接设备、真空管路与排水板,形成密闭式真空预压工艺,在相关文献中未见具体述及。
- 5、项目研发由螺旋型弹性支架及滤膜构成的透水增压管,形成增压真空预压技术,在相关文献中未见具体述及。
- 6、项目研发了采用排水板作为增压板的深层增压式真空预压工艺,实现深层土体的增压及塑料排水板的一板两用,由项目组首先提出并推广应用。
- 7、项目基于现场试验揭示了增压式真空预压的地基处理效果,提出了增压控制标准,确定了最优的增压方式、增压位置、增压时间和增压时机,在相关文献中未见具体述及。

三、施工工法

- 1、《复式真空预压吹填淤泥地基处理施工工法》(浙建管[2018]19号)(浙江省工法)
- 2、《增压式真空预压施工工法》(JSSJGF2016-2-101)(江苏省工法,)

四、规范与标准

1. 吹填土地基处理技术规范, GB/T51064-2015 (主编单位之一, 国家级规范)
2. 公路吹填流泥地基处理技术规程, 在编, CECS G-* (主编, 中国标准化协会标准)
3. 浙江省建筑地基基础设计规范, DB33/T1136-2017 (参编, 省级规范)

五、第三方检测报告

水利部基本建设工程质量检测中心、浙江省水利水电质量检验站对本项目研发的新型塑料排水板进行检测(2017质字第 1646 号),与传统塑料排水板相比,新型塑料排水板板体抗拉强度提高 10%,滤膜抗拉强度提高 25%,滤膜渗透系数提高 60%,通水量提高 2 倍,单位面积质量提高 33%。

六、行业评价

温州市水利局高度评价认为:本项目系统揭示了排水板淤堵机理,建立了考虑淤堵影响的疏浚淤泥固结计算方法;研发了新型整体式排水板与系列缓解淤堵技术,成功解决了真空预压地基处理过程中的竖向排水淤堵问题,有效的提高了地基承载力,控制了工后沉降,保障了后期工程建设的顺利进行,经济社会效益显著,已在瓯飞工程中大面积推广应用。

七、学术评价

该成果发表学术论文 108 篇,其中 SCI 收录 43 篇, EI 收录 43 篇, SCI 正面他引 134 次。代表性评价如下:

1. 澳大利亚科学院院士,卧龙岗大学 Indraratna 教授将本项目复式真空预压技术纳入专著《Ground Improvement Case Histories》(Butterworth-Heinemann 出版社)一书,并作为独立章节介绍。
2. 美国地基处理学会主任 J. Han 教授在美国土木工程学会报告《China Ground Improvement Scan Tour Report》中详细介绍了新型整体式塑料排水板、密闭式真空预压技术、增压式真空预压技术,认为“A new PVD design with anti-caking drainage membrane and stiffer cord to prevent bending. A more efficient connection between PVDs and horizontal vacuum tubes to allow each vacuum tube to connect two rows of PVDs using specially designed hand-shaped joint. The vacuum tubes and PVDs can be used to inject high pressure air into the soil mass to prevent clogging and facilitate movements of water to speed up the consolidation”。
3. 日本 Saga University、国际知名岩土工程专家 J.C. Chai 教授,在岩土工程顶级期刊《Geotechnique》的文章中指出:该工艺“has been widely used to accelerate the consolidation rate of clayey deposit”。

八、成果奖励

- 1.一种深层复式真空预压处理软土地基方法,蔡袁强,王军等。浙江省专利优秀奖,2018 年
- 2.温州海涂围垦吹填淤泥地基处理技术应用研究,王林素,蔡袁强,王军等。浙江省水利科技创新二等奖,2014 年

五、推广应用情况、经济效益和社会效益

1、完成单位直接经济效益

单位名称	新增应用量			新增销售收入(单位:万元)			新增税收(单位:万元)			新增利润(单位:万元)		
	2016年	2017年	2018年	2016年	2017年	2018年	2016年	2017年	2018年	2016年	2017年	2018年
江苏鑫泰岩土科技有限公司	2100 万米	2300 万米	3100 万米	3150	3450	4650				630	690	930
合 计	2100 万米	2300 万米	3100 万米	3150	3450	4650				630	690	930
	7500 万米			11250						2250		

2. 推广应用情况和经济效益（非完成单位）

应用单位名称	起止时间	单位联系人、电话	新增应用量			新增销售收入(万元)			新增税收(万元)			新增利润(万元)		
			2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
杭州浙大福世德勘测设计有限公司	2016-2017	张凯/0571-86050581	37万 平米									6290		
杭州浙大福世德勘测设计有限公司	2016-2017	张 凯 /0571-86050581	7.5万 平米									1650		
PT Zhejiang Tenaga Pembangunan Indonesia	2016-2017	宁峥嵘/ 087884978615	50万 平米									14500		
浙江工业大学工程设计集团有限公司	2016-2017	单玉川/ 13906518345	8.2万 平米									2706		
温州明元基础设施投资有限公司	2016-2017	张风甜/0577-59389980		237 万平 米									12253	
温州市瓯飞开发建设投资集团有限公司	2013-2017	吕有畅/0577-88962316		290 万平 米									15660	

温州市瓯飞开发建设投资集团有限公司	2014-2017	吕有畅/0577-88962316		15 万平方米									9705	
温州龙达围垦开发有限公司	2013-2017	江子武/0577-88962316		595.3 万平方米									32146.2	
舟山市六横港口开发有限责任公司	2014-2017	方杰/0580-6685785		70.8 万平									3681.6	
华东勘测设计研究院有限公司	2017-2018	俞演名/13858114966			252.8 万平									12939.2
合 计：			102.7 万平	1208.1 万	252.8 万平							25146	73445.8	12939.2
			1563.6 万平方米									111531		

3. 社会效益和间接经济效益（限 600 字）

本项目整体研究成果处于国际先进水平，部分研究成果处于国际领先水平。项目授权发明专利 33 项，软件著作权 2 项；获批省级工法 2 项，编撰规范 3 部，显著的推动了行业技术的进步；发表学术论文 108 篇，其中 SCI 收录 43 篇，EI 收录 42 篇，主办了 Internal Conference on Ground Improvement and Ground Control 等多次国际国内学术会议，促进了相关研究领域的发展。项目在长期研究及推广应用期间，培养了一大批高端科技人才，包括国家“万人计划”领军人才、国家杰青、国家优青、浙江省特级专家以及浙江省杰青等，创建了浙江省海涂围垦及其生态保护协同创新中心、浙江省软弱土地基与海涂围垦工程技术重点实验室等科研平台，形成了浙江省滩涂围垦与岩土工程技术重点科技创新团队，培养 11 名博士和 32 名硕士及一大批企业技术骨干，为人才培养做出贡献。

成果应用于浙江、天津、江苏、印尼等国内外数十个疏浚淤泥地基处理工程，有效的提高地基承载力、控制了工后沉降，满足了后期工程建设需求，大幅节约后期维护成本，经济效益显著。同时复式真空预压技术取消了传统排水砂垫层，实现了施工机械无宕渣层进场，减少土方用量，避免开山采石，社会和环境效益显著。

六、主要完成人员情况

排名	姓名	行政职务	技术职称	现从事专业	工作单位	二级单位	完成单位	对本项目主要科技创新的创造性贡献
1	蔡袁强	书记	教授	岩土工程	浙江工业大学	建工学院	浙江工业大学	项目总负责人，本人在科技创新点1中揭示了疏浚淤泥的淤堵形成机理；在创新点3中研发了基于排水板增压的增压式真空预压技术并对各创新技术集成形成复式真空预压技术体系。
2	王军	副院长	教授	岩土工程	温州大学	建工学院	温州大学	本人在主要科技创新点1中建立了考虑淤堵影响的疏浚淤泥砂井性固结模型；在创新点2中提出了整体式排水板的选型标准；在创新点3中揭示了分级真空压力下疏浚淤泥的排水规律。
3	王鹏	无	副教授	岩土工程	温州大学	建工学院	温州大学	本人在主要科技创新点1，提出了疏浚淤泥固结过程中淤堵区、过渡区及非淤堵区的划分方法，在创新点3中研发了用于排水板增压系统的增压管路及转换接头，揭示了不同增压时机对地基处理效果的影响。
4	金海胜	总经理	高工	水利工程	温州市瓯飞经济开发投资有限公司	工程部	温州市瓯飞经济开发有限公司	本人在创新点2中确定了新型排水板的抗侧压能力及通水能力，在创新点3中优化了全封闭钢丝软管管径及平面布置方式，确定了增压系统的最优埋置深度及与排水板的距离。
5	金亚伟	无	无	岩土工程	江苏鑫泰岩土科技有限公司		江苏鑫泰岩土科技有限公司	本人在主要科技创新点2中研制了孔径在60 μm -320 μm 范围内新型滤膜，发明了新型整体式塑料排水板；在创新点3中研

								发手型接头及全封闭钢丝软管形成密闭式真空预压技术。
6	袁文喜	分院院长	教高	岩土工程	浙江省水利水电勘测设计院	海洋工程院	浙江省水利水电勘测设计院	本人在创新点3中确定了复式真空预压中主、支管布置方式,提出了真空压力及增压压力控制指标等参数
7	楼晓明	总工	教高	岩土工程	上海港湾基础设施建设(集团)股份有限公司	岩土工程研究院	上海港湾基础设施建设(集团)股份有限公司	本人在创新点3中优化了复式真空预压技术体系的工艺参数,并进行了技术的工程推广应用。
8	金锦强	副总经理	高工	水利工程	温州市瓯飞经济开发投资有限公司	工程部	温州市瓯飞经济开发投资有限公司	本人在创新点3中确定主体结构稳定时间,优化了分阶段真空预压技术,并进行了技术的工程推广应用。
9	马晓华	总工	高工	岩土工程	浙江绩丰岩土技术股份有限公司	总工办	浙江绩丰岩土技术股份有限公司	本人在创新点3中确定了增压过程中压力差的变化规律,揭示了不同增压时机、位置及持续时间等工艺参数对地基处理效果的影响。
10	郭林	无	副教授	岩土工程	温州大学	建工学院	温州大学	本人在主要科技创新点3中提出了基于单位能耗排水量的最优起始真空压力、真空分级级数确定方法。
11	谷川	主任	副教授	岩土工程	温州大学	建工学院	温州大学	本人在主要科技创新点2中提出了滤膜孔径的优化选取标准,获得了温州等地的疏浚淤泥最优滤膜孔径表达。
12	林孝悌	无	高工	水利工程	温州市瓯飞经济开发投资有限公司	工程部	温州市瓯飞经济开发投资有限公司	本人在创新点1中优化了复式真空联合堆载地基处理技术中的加载比及加载速率,并进行了技术的工程推广应用。
13	符洪涛	无	讲师	岩土工程	温州大学	建工学院	温州大学	本人在主要科技创新点1中获得了真空压力下疏浚淤泥土颗粒的水平移动及聚集规律。

七、主要完成单位情况

排名	单位名称	对本项目的支撑作用情况
1	温州大学	<p>温州大学负责本项目的总体论证、技术研究路线的制定、课题任务的组织分解及项目成果的验收鉴定工作。研究成果涉及本项研究的 3 个创新点，进行了考虑淤堵影响的固结理论、整体式塑料排水板滤膜孔径优化选取、分级、分阶段真空预压、密闭式真空预压与深层复式真空预压技术等方面的研究工作。以浙江省海涂围垦及其生态保护协同创新中心，浙江省软弱土地基与海涂围垦技术重点实验室为依托进行了技术成果推广应用，完成了相关成果论文撰写及专利申请工作，并培养了一批学术骨干。</p>
2	浙江工业大学	<p>浙江工业大学组建了科研队伍参与项目研究，并提供了相关试验设备进行了室内模型试验工作，负责了 PIV 试验，获得了真空压力下疏浚淤泥土颗粒的水平移动及聚集规律以及土体不均匀固结的发展变化特征，揭示了疏浚淤泥的淤堵形成机理，进行了增压式</p>

		真空预压技术方面的研究，并对复式真空预压技术进行了多次大量室内模型箱试验工作，完成了相关成果论文撰写及专利申请工作。
3	温州市瓯飞经济开发投资有限公司	温州市瓯飞经济开发投资有限公司进行了大量项目技术的现场试验，参与了复式真空预压技术体系中排水板间距优化，分级级数、分阶段临界点、联合堆载下加载比及加载速率选取等现场试验与测试工作。相关技术推广应用到瓯飞工程大面积表层涂面整理及深层地基二次处理的设计施工中。
4	江苏鑫泰岩土科技有限公司	江苏鑫泰岩土科技有限公司参与研制了新型整体式塑料排水板，提供厂房并购置相关生产设备对平面滤膜的平轧辊工艺、滤膜与板芯的热融工艺进行研发，同时配合项目研发团队不断对生产设备及工艺进行改造升级，最终实现了产品投产及大范围的市场化应用；参与研发了手型接头以及密闭式真空预压技术，组建施工队伍对密闭式熟悉密闭管路及排水板连接的施工技术，对相关技术进行了工程推广应用。

5	浙江省水利水电勘测设计院	<p>浙江省水利水电勘测设计院负责了复式真空预压技术的设计及施工工艺参数，根据复式真空预压技术地基处理施工过程、处理过程及处理结果评价数据的反馈，对设计及施工工艺参数予以明确并进行优化，提出了密封主、支管路平面优化布置方式、膜下及深层土体真空压力警戒值、增压临界值等简单可控的工艺参数及监测指标，保障了复式真空预压技术体系的最优地基处理效果。</p>
6	上海港湾基础建设（集团）股份有限公司	<p>上海港湾基础建设（集团）股份有限公司负责了项目技术在国内外高含水量疏浚淤泥及深厚软弱土地基处理工程中的推广应用工作，通过现场监测、检测数据对复式真空预压技术的施工工艺及地基处理效果进行分析评价，对排水板间距、地基处理时间、处理深度、增压管密封段深度等工艺参数进行优化，获批了多项专利技术及规范标准。</p>
7	浙江绩丰岩土技术股份有限公司	<p>浙江绩丰岩土技术股份有限公司提供施工队伍及施工机械进行了大量复式真空预压技术的现场施工及监测、检测工作，获得了复式真空预压地基处理工程中地表及深层土体的沉降发展、孔压消散及真空度传递等关键数</p>

		<p>据，并对处理后土体的渗透性、压缩性、抗剪强度及地基承载力进行检测，以获得地基处理效果的有效评价数据。参与了增压式真空预压技术的研发工作，通过现场数据确定了增压过程中的不同增压时机、位置及持续时间等影响因素对疏浚淤泥地基处理效果的影响。</p>
--	--	--

八、主要知识产权证明目录（和论文专著数量总和不超过 10 件）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	权利人	发明人(培育人)
发明专利	一种深层复式真空预压处理软土地基的方法	中国	ZL201510002699.X	2017.07.04	温州大学	蔡袁强,王军,王鹏,符洪涛,马建军,卫会星,金亚伟,丁光亚,胡秀青,谷川,郭林
发明专利	一种密闭直抽分段式真空预压地基处理方法	中国	ZL201210247473.2	2015.06.24	温州大学	王军,蔡袁强,张乐,孙林柱,刘飞禹,丁光亚,胡秀青,金亚伟,王鹏
发明专利	一种新型真空预压软土地基处理工艺	中国	ZL201510002734.8	2017.3.29	温州大学	蔡袁强,王军,卫会星,王鹏,符洪涛,金亚伟,丁光亚,胡秀青,谷川,郭林,宓炜

发明专利	淤泥固结用排水板及滤布和排水板芯	中国	ZL200910181702.3	2013.01.19	江苏宜兴鑫泰岩土科技有限公司	金亚伟，金亚军
软件著作权	基于淤堵特性的吹填淤泥真空预压固结分析软件 V1.0	中国	2017SR489212	2017.05.03	温州大学	王军，蔡袁强，胡秀青，符洪涛

九、代表性论文专著目录（和知识产权数量总和不超过 10 件）

作者	论文专著名称/刊物	年卷期	发表	SCI 他	他引
Jun Wang, Yuanqiang Cai, Jianjun Ma, Jian Chu, Hongtao Fu, Wang Peng, Yawei Jin	Improved Vacuum Preloading Method for Consolidation of Dredged Clay-Slurry Fill/ Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering	2016, 142(11): 0601-6012	2016	8	8
CaiYuanqiang, QiaoHuanhuan, Wang Jun, GengXueyu, Wang Peng, Cai Ying	Experimental tests on effect of deformed prefabricated vertical drains in dredged soil on consolidation via vacuum preloading/ Engineering Geology	2017, 222:10-19.	2017	5	5
CaiYuanqiang, XieZhiwei, Wang Jun, Wang Peng, GengXueyu	New approach of vacuum preloading with booster prefabricated vertical drains (PVDs) to improve deep marine clay strata/ Canadian Geotechnical Journal	2018, 55(10): 1359-1371	2018	0	0
Jun Wang, Yuanqiang Cai, Hongtao Fu, Xiuqing Hu, Ying Cai, Haizhi Lin, Wei Zheng	Experimental study on the dredged fill ground improved by a two-staged vacuum preloading method/ soils and foundations	2018, 58(3): 766-775	2018	0	0
Wang J, Ni J, Cai Y, Fu H, Wang P	Combination of vacuum preloading and lime treatment for improvement of dredged fill/Engineering Geology	2017, 227:149-158	2017	3	3
合 计:				16	16

承诺：上述第八、九部分的知识产权、论文、专著用于报奖的情况，已征得未列入项目完成单位或完成人的发明人（培育人）、权利人、作者的同意。

完成人合作关系说明

(1) 本人与王军、王鹏、谷川、郭林、符洪涛组建研究团队，自 2005 年起开始“疏浚淤泥复式真空预压关键技术”研究，在疏浚淤泥固结理论、新型整体式塑料排水板以及复式真空预压技术体系方面均取得丰硕成果。项目研发过程中，共同组建了浙江省重点科技创新团队(滩涂围垦与岩土工程技术科技创新团队，No. 2011R50020)、温州市重点科技创新团队(软弱土地基与海涂围垦工程技术创新团队，No.C20120006)，建立了浙江省海涂围垦及其生态保护协同创新中心，共同承担了科技部国家国际科技合作项目(围海造地淤泥过程固化及真空预压关键技术合作研究，No.2015DFA71550)，浙江省重点研发计划项目(海涂围垦吹填淤泥防淤堵真空预压与过程固化处理关键技术与应用，No. 2018C0308)，共同参编中国标准化协会标准 1 部(公路吹填流泥地基处理技术规程，在编，CECS G-*)，合著论文 40 余篇及共同授权发明专利 10 余项，共同获得浙江省专利优秀奖 1 项(一种深层复式真空预压处理软土地基方法，蔡袁强；王军；王鹏；符洪涛；马建军；卫会星；金亚伟；丁光亚；胡秀青；谷川；郭林，2018 年)。

(2) 本人带领研究团队与温州市瓯飞经济开发投资有限公司金海胜、金锦强、林孝悌长期紧密合作，在分级分阶段真空预压、联合堆载地基二次处理等方面的开展技术研发工作，项目合作研究获得温州市瓯飞经济开发投资有限公司项目(大型水闸深厚淤泥软基复式真空预压处理关键技术，研究经费 48 万)支持，相关研究成果合著论文多篇(Hongtao Fu, Ziquan Fang, Jun Wang, Jinchun Chai, Yuanqiang Cai, Xueyu Geng, Jinqiang Jin, Fangyi Jin. Experimental comparison of electro-osmotic consolidation of Wenzhou dredged clay sediment using intermittent current and polarity reversal. *Marine Georesources & Geotechnology*, 2018, 36(1):131-138.)

(3) 本人带领研究团队与江苏鑫泰岩土科技有限公司金亚伟在新型塑料排水板、密闭式真空预压及增压式真空预压等方面展开合作研究，共同组建浙江省海涂围垦及其生态保护协同创新中心，共同承担了科技部国家国际科技合作项目(围海造地淤泥过程固化及真空预压关键技术合作研究，No.2015DFA71550)，共同参编中国标准化协会标准 1 部(公路吹填流泥地基处理技术规程，在编，CECS G-*)，合著论文多篇(Jun Wang, Yuan qiang Cai, Jianjun Ma, Jian Chu, Hongtao Fu, Wang Peng, Yawei Jin. Improved Vacuum Preloading Method for Consolidation of Dredged Clay-Slurry Fill. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 2016,

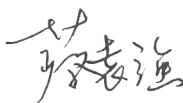
142(11): 0601-6012.) 及共同授权发明专利 12 项, 共同获得浙江省专利优秀奖 1 项 (一种深层复式真空预压处理软土地基方法, 蔡袁强; 王军; 王鹏; 符洪涛; 马建军; 卫会星; 金亚伟; 丁光亚; 胡秀青; 谷川; 郭林, 2018 年), 浙江省水利科技二等奖 1 项 (温州海涂围垦吹填淤泥地基处理技术应用研究, 王林素、蔡袁强、王军、林统、娄一青、金亚伟、崔应华、李玲、孙林柱、王鹏、张伟芳, 2014)。

(4) 浙江省水利水电勘测设计院袁文喜与本人长期在复式真空预压技术的设计及施工工艺方面展开合作研究, 为本人牵头的浙江省重点科技创新团队 (滩涂围垦与岩土工程技术科技创新团队, No. 2011R50020) 核心成员, 共同组建了浙江省海涂围垦及其生态保护协同创新中心, 共同承担了浙江省重点研发计划项目 (海涂围垦吹填淤泥防淤堵真空预压与过程固化处理关键技术与应用, No. 2018C0308), 相关研究成果纳入共同参编的国家级规范 1 部 (吹填土地基处理技术规范, GB/T51064-2015)。

(5) 本人与上海港湾基础建设 (集团) 股份有限公司楼晓明在复式真空预压技术体系的现场试验及工程推广方面展开长期合作, 相关研究成果纳入共同参编的国家级规范 1 部 (吹填土地基处理技术规范, GB/T51064-2015), 同时共同参编中国标准化协会标准 1 部 (公路吹填流泥地基处理技术规程, 在编, CECS G-*)。

(6) 本人带领研究团队与浙江绩丰岩土技术股份有限公司马晓华共同进行了复式真空预压技术的现场施工及监测、检测工作, 同时在增压式真空预压技术方面展开合作研究, 项目合作研究浙江绩丰岩土技术股份有限公司项目 (增压式真空预压吹填流泥地基处理施工工艺关键技术研究, 研究经费 35 万) 支持, 获得共同完成浙江省省级施工工法 1 部 (《复式真空预压吹填淤泥地基处理施工工法》, 浙建管[2018]19 号, 蔡袁强, 王军, 马晓华, 王鹏, 符洪涛), 共同参编中国标准化协会标准 1 部 (公路吹填流泥地基处理技术规程, 在编, CECS G-*)。

承诺: 本人作为项目第一完成人, 对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责, 特此声明。

第一完成人签名: 

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料编号	备注
1	共同立项	蔡袁强，王军，王鹏，谷川，郭林，符洪涛，金亚伟	2007-至今	科技部国家国际科技合作项目，围海造地淤泥过程固化及真空预压关键技术合作研究，No.2015DFA71550	附件 10.1	
2	共同立项	蔡袁强，王军，符洪涛，王鹏，袁文喜	2010-至今	浙江省重点研发计划项目，海涂围垦吹填淤泥防淤堵真空预压与过程固化处理关键技术与应用，No.2018C0308	附件 10.2	
3	共同立项	蔡袁强，袁文喜，王军，王鹏，郭林，谷川，符洪涛	2010-至今	浙江省重点科技创新团队，滩涂围垦与岩土工程技术科技创新团队，No.2011R50020	附件 10.3	
4	共同立项	蔡袁强，金海	2011-至今	大型水闸深厚淤泥	附件 10.4	

		胜，金锦强， 林孝悌		软基复式真空预压 处理关键技术/温州市瓯飞经济开发投资有限公司项目		
5	共同立项	蔡袁强，王军，王鹏，马晓华	2008-至今	增压式真空预压吹填流泥地基处理施工工艺关键技术研究/浙江绩丰岩土技术股份有限公司项目	附件 10.5	
6	共同论文	Jun Wang, Yuan qiang Cai, Hongtao Fu, Wang Peng, Yawei Jin	2007-至今	Improved Vacuum Preloading Method for Consolidation of Dredged Clay-Slurry Fill. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2016, 142(11): 0601-6012.	附件 10.6	
7	共同论文	Hongtao Fu, Ziquan Fang, Jun Wang, Yuanqiang Cai, Jinqiang Jin	2011-至今	Experimental comparison of electro-osmotic consolidation of Wenzhou dredged clay sediment using intermittent current and polarity reversal. Marine Georesources & Geotechnology, 2018,	附件 10.7	

				36(1):131-138.		
8	共同参编 规范	蔡袁强，王军，王鹏，谷川，郭林，符洪涛，金亚伟，楼晓明，马晓华	2010-至今	中国标准化协会标准，公路吹填流泥地基处理技术规程，在编，CECS G-*	附件 10.8	
9	共同参编 规范	蔡袁强，袁文喜，楼晓明	2010-至今	吹填土地基处理技术规范，国家规范 GB/T51064-2015	附件 10.9	
10	共同制定 工法	蔡袁强，王军，马晓华，王鹏，符洪涛	2008-至今	浙江省省级施工工法 1 部，《复式真空预压吹填淤泥地基处理施工工法》，浙建管[2018]19 号	附件 10.10	
11	共同获奖	蔡袁强，王军，王鹏，符洪涛，金亚伟，谷川，郭林	2007-至今	浙江省专利优秀奖，一种深层复式真空预压处理软土地基方法	附件 10.11	
12	共同获奖	蔡袁强，王	2007-至今	浙江省水利科技二	附件 10.12	

		军,王鹏,金亚伟		等奖,温州海涂围垦吹填淤泥地基处理技术应用研究		
13	共同专利	蔡袁强,王军,王鹏,符洪涛,金亚伟,谷川,郭林	2007-至今	一种深层复式真空预压处理软土地基的方法, ZL201510002699.X	代表性专利 1	

浙江省科学技术奖申报知识产权与论文知情同意报奖证明

项目名称	疏浚淤泥复式真空预压地基处理关键技术
专利	1) 一种深层复式真空预压处理软土地基的方法 2) 一种密闭直抽分段式真空预压地基处理方法 3) 一种新型真空预压软土地基处理工艺 4) 淤泥固结用排水板及滤布和排水板芯 5) 基于淤堵特性的吹填淤泥真空预压固结分析软件 V1.0
论文	1) Improved Vacuum Preloading Method for Consolidation of Dredged Clay-Slurry Fill 2) Experimental tests on effect of deformed prefabricated vertical drains in dredged soil on consolidation via vacuum preloading 3) New approach of vacuum preloading with booster prefabricated vertical drains (PVDs) to improve deep marine clay strata 4) Experimental study on the dredged fill ground improved by a two-staged vacuum preloading method 5) Combination of vacuum preloading and lime treatment for improvement of dredged fill
其他作者与发明人	张乐, 孙林柱, 刘飞禹, 丁光亚, 胡秀青, 马建军, 卫会星, 宓炜, 金亚军, 楚剑, 乔欢欢, 耿雪玉, 谢志伟, 蔡瑛, 林海志, 郑伟, 倪俊峰
知情承诺:	本人知晓并同意将本人合作完成的知识产权或论文专著作为该项目申报的支撑材料, 项目获奖后不再作为今后申报浙江省科学技术奖的支撑材料
其他作者与发明人签字	张乐 孙林柱 刘飞禹 马建军 楚剑 丁光亚 卫会星 胡秀青 金亚军 蔡瑛 耿雪玉 宓炜 乔欢欢 林海志 谢志伟 郑伟 倪俊峰