

# 2019 年安徽省科学技术奖提名项目公示

## （一）项目名称

系列根式基础成套技术

## （二）提名者：安徽省交通运输厅

## （三）提名意见

系列根式基础是一种仿生的新型基础形式，包括根式钻孔灌注桩、根式钻孔空心桩、根式钻孔沉管、根式沉井、根式锚碇等基础类型，具有承载力大、抗震性能好、材料省、施工方便等优点。

该项目共获授权国家发明专利 6 项、实用新型专利 8 项，省级工法 3 项，发布实施安徽省地方标准 1 部、编制中国工程建设协会标准 1 部，出版专著 1 部，在中外核心期刊发表论文 35 篇。针对根式沉井开展的研究项目“根式基础研究”获 2008 年安徽省科学技术二等奖，针对根式锚碇开展的研究项目“根式群井基础新技术研究”获 2009 年安徽省交通科技进步特等奖，“系列根式基础成套技术”获 2017 年中国公路学会科学技术特等奖。项目成果在省内外跨河跨江桥梁工程中得到广泛应用，在高铁、海洋风电等领域得到了推广，产生了重大的社会与经济效益，推动了土木工程应用领域的技术创新发展。

项目材料填写规范，内容真实，经公示无异议。对照安徽省科学技术奖授奖条件，提名该项目为安徽省技术发明一

等奖。

#### （四）项目简介

传统的桩基础在实际的工程应用中表现出良好的竞争优势，但也存在未充分发挥桩土共同作用、材料利用率不高不足。特别是位于厚覆盖层地区以及大跨径桥梁的传统基础，对承载力的要求越来越高，而桩长越来越长，表现出长细比严重失调的缺点。为此，如何充分利用土体的承载力、有效减少桩长是当前工程基础设计与施工的关键。

研发团队于 2005 年提出一种新型基础型式——根式基础。它是采用基础侧壁顶推预制根键的方法，并使根键与主体结构侧壁固接，从而发挥根键地基梁承载特性，以提高基础承载力的一种类似树根的仿生基础。根式基础突破了传统桩基础的承载特性，将水平向预制构件分布于各个土层中，达到了土体与桩基之间的刚度协调，积极调动了土体承载力的作用，大幅提高了桩基承载力和抗震性能。发明点如下：

1. 首创了根式基础，并提出了相应的理论及计算方法；

首次提出了一种具有原创性的基础形式，揭示了根式基础的受力机理，提出了设计理论及计算方法，通过多项工程实践验证了根式基础理论的可靠性，创新了土木工程领域基础型式。

2. 研发了系列根式基础的关键施工技术；

研发了适用于根式基础的高精度钢筋笼制作和根键的顶进工艺；发明了水下混凝土超高压可重复使用的自浮内模

系统等；形成了系列根式基础的成套施工技术。

3. 发明了与系列根式基础施工相匹配的新型施工设备；  
研制了与根式基础施工相匹配的小直径自平衡多向顶进装备、大直径自平衡双向顶进装备、大直径非对称单向顶进装备以及智能化施工平台等专用施工设备。

研究成果鉴定意见认为“根式基础是一项原创性的科技成果，具有重大的理论突破和应用价值，总体上达到国际领先水平”。目前，根式基础在合淮阜高速淮河大桥、马鞍山长江公路大桥、望东长江公路大桥、池州长江公路大桥、安徽省庐江县白石天河特大桥等众多工程项目上得到了成功应用，在浙江甬台温高速项目进行了软土地基中的适用性研究，在湖南长沙铜靖湘江大桥中得到推广，累计已产生直接经济效益 3200 余万元。同时，缩短了工期，节省了材料，间接经济效益显著。除了在公路交通行业中应用外，根式基础在高压电塔、海洋风电、高铁、高层建筑等行业开展了初步应用研究。

获授权国家发明专利 6 项，实用新型专利 8 项，省级工法 3 项，发布实施地方标准 1 部、编制团体标准 1 部，出版专著 1 部，发表 35 篇论文，获安徽省科学技术二等奖、中国公路学会科学技术特等奖等奖项，被列入 2014 年及 2017 年交通运输建设科技成果推广目录，大规模开展系列根式基础应用的池州长江公路大桥被列为交通运输部科技示范工程。

## （五）客观评价

1. 领域权威专家组评价：孙钧院士、葛修润院士等专家在“马鞍山长江公路大桥南锚碇基础方案论证会”上认为“悬索桥小型沉井群锚碇基础方案可行，具有自主创新性”；郑皆连院士、陈新院士等专家在“根式基础研究成果鉴定会”上评价“结构合理，施工方便，可较大地降低工程造价，有很好的发展和推广前景。本项目是一项具有原创性意义的成果，总体上达到国际领先水平”；郑颖人院士等专家在“悬索桥根式锚碇基础新技术研究鉴定会”上评价“该研究成果具有原创性，总体上达到国际先进水平”；秦顺全院士等专家在“大跨度悬索桥新型根式基础施工关键技术项目鉴定会”上评价“根式基础根键大幅提高了基础的承载力，具有广阔的应用前景，研究成果总体上达到国际领先水平”；龚晓南院士在《根式基础》书序中评价“根式基础特别适用于我国江河中下游和沿海覆盖层深厚的地区，可推广应用到铁路、市政、水利、港口、海洋风电及建筑等行业”。

2. 在中外核心期刊发表 35 篇论文，获得发明专利 6 项和实用新型专利 8 项，省级工法 3 项，发布实施地方标准 1 部、编制团体标准 1 部，出版专著 1 部。

3. 获得 2008 年安徽省科学技术二等奖、2009 年度安徽省交通科技进步特等奖、2017 年中国公路学会科学技术特等奖。

4. 应用了根式基础的马鞍山长江公路大桥获得鲁班奖、

詹天佑奖、国际乔治·理查德森奖 (George's Richardson Medal) 等重要奖项。

5、列入 2014 年及 2017 年交通运输建设科技成果推广目录，大规模开展系列根式基础应用的池州长江公路大桥被列为交通运输部科技示范工程。

## (六) 应用情况

系列根式基础先后在多个实体工程上得到了应用：合淮阜项目淮河特大桥引桥应用了根式沉井基础，节约造价 288 万元；马鞍山长江公路大桥应用了根式钻孔灌注桩基础和根式沉井基础，节约造价 362 万元；望东长江公路大桥应用了根式钻孔沉管基础，节约造价 872 万元；池州长江公路大桥应用了根式钻孔灌注桩基础及根式钻孔空心桩基础，节约造价 1202 万元；安徽庐江县白石天河特大桥应用了根式钻孔灌注桩基础，节约造价 503 万元。目前，根式基础研究成果累计已产生直接经济效益 3227 万元。

除此之外，系列根式基础还在高压电塔、海洋风电、高铁、高层建筑等行业中开展了应用研究及探讨；联合温州市高速公路投资有限公司在甬台温高速对根式钻孔灌注桩基础在软土地基中的适用性进行了研究；联合中铁大桥勘测设计院集团有限公司在 G3W 铜陵公铁大桥上应用了根式基础，目前已完成初步设计；联合上海勘测设计研究院有限公司依托大连庄河海洋风电项目开展了根式基础的应用研究，目前已取得阶段性成果；联合西北电力设计院有限公司对根式基

础在输电线路上的适用性进行了研究；联合广东省电力设计研究院在高压电塔和海洋风电上对根式基础开展了相关应用研究。

### **（七）主要知识产权和标准规范等目录**

1.发明专利，一种带有护壁的水下浇筑根式基础及其施工方法，中国，ZL 2014 1 0171844.2，2015.11.18，1841472，安徽省交通控股集团有限公司，殷永高、孙敦华、章征、朱福春、赵先民、向文凤、朱瑞允、李东旭、王凯、王重阳，有效。

2.发明专利，一种带有护壁的水下浇筑式管柱及其施工方法，中国，ZL 2014 1 0172024.5，2015.11.18，1845323，安徽省交通控股集团有限公司，殷永高、孙敦华、张立奎、吕奖国、赵先民、赵公明、郑伟锋、朱星虎、明昕、葛德宏，有效。

3.发明专利，一种空心管柱水下浇筑自浮式内模系统，中国，ZL 2014 1 0171790.X，2014.7.16，1902300，安徽省高速公路控股集团有限公司（现安徽交控），殷永高、章征、张立奎、朱福春、吕奖国、赵公明、郑伟峰、王凯、纪厚强、沈宜萍，有效。

4.发明专利，一种空心管柱水下浇筑施工方法，中国，ZL 2015 1 1029833.1，2017.6.16，2519301，安徽省交通控股集团有限公司，殷永高、章征、张立奎、朱福春、吕奖国、

赵公明、郑伟峰、王凯、纪厚强、沈宜萍，有效。

5.发明专利，根式基础及其施工方法，中国，ZL 2006 1 0038147.5，2009.8.5，533368，安徽省高速公路总公司（现安徽交控），屠筱北、钱东升、殷永高、黄学文、房涛、陈志忠、王恒斌、许泽宁、于斌、车承志，有效。

6.发明专利，根式锚碇及其施工方法，中国，ZL 2008 1 0004441.3，2010.12.22，718848，安徽省高速公路总公司（现安徽交控），屠筱北、殷永高、钱东升、黄学文、房涛，有效。

7.实用新型，根式基础与锚碇的根键止水装置，中国，ZL 2007 2 0044402.7，2008.8.20，1087571，安徽省交通控股集团有限公司，殷永高、孙敦华、徐宏光、张强、张立奎、章征、车承志、朱福春、吕奖国、赵先民、霰建平、钟宇玮、欧阳祖亮，失效。

8.实用新型，小直径自平衡根键式钻孔灌注桩施工装置，中国，ZL 2008 2 0185496.4，2009.7.29，1261288，安徽省高速公路总公司（现安徽交控），殷永高、孙敦华、黄芳玮、章征、张立奎、朱福春、车承志、吕奖国、赵先民、杨雄文、李江伟、方华，失效。

9.实用新型，根键式钻孔灌注桩施工装置，中国，ZL 2006 2 0076066.X，2007.8.15，935605，安徽省高速公路总公司（现安徽交控），钱东升、殷永高、黄学文、车承志、朱福春、

吕奖国，失效。

10.安徽省地方标准,《根式基础技术规程》,2014.9.28,DB 34/T 2157-2014,安徽省高速公路控股集团有限公司(现安徽交控),主编殷永高,实施。

#### (八) 主要完成人情况

1. 殷永高, 排名第一, 副总工, 正高级工程师。工作单位与完成单位: 安徽省交通控股集团有限公司。该项目负责人, 对发明点 1、2、3 做出主要贡献, 4 项发明和 2 项实用新型专利的第一发明人,《根式基础技术规程》的主编。对项目整体方案进行规划与设计, 对项目执行进行组织和协调, 主持完成了项目立项、关键技术研究、装置研发以及推广应用工作。

2. 钱东升, 排名第二, 总经理, 正高级工程师。工作单位与完成单位: 安徽省交通控股集团有限公司。对发明点 2 有突出贡献, 1 项实用新型专利的第一发明人, 3 项主要发明专利的共同发明人。该项目立项和推进过程中的重要骨干, 参与根式基础施工关键技术研究。

3. 章征, 排名第三, 正高级工程师。工作单位与完成单位: 安徽省交通控股集团有限公司。对发明点 3 有突出贡献, 5 项主要专利的共同发明人。该项目施工关键技术研究及设备研发的重要骨干, 参与根式基础施工关键技术与设备研发。

4. 徐宏光, 排名第四, 总经理, 正高级工程师。工作单

位与完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司。对发明点 1 有贡献，1 项专利的共同发明人。参与根式基础理论计算研究工作。

5. 吕奖国，排名第五，高级工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通控股集团有限公司。对发明点 2、3 有贡献，6 项主要专利的共同发明人。该项目施工关键技术研究及设备研发的重要骨干，参与根式基础施工关键技术研究及设备研发。

6. 朱福春，排名第六，高级工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通控股集团有限公司。对发明点 2、3 有贡献，6 项主要专利的共同发明人。该项目施工关键技术研究及设备研发的重要骨干，参与根式基础施工关键技术研究及设备研发。

### **（九）主要完成单位情况**

安徽省交通控股集团有限公司由原省高速公路控股集团有限公司和原省交通投资集团有限责任公司，于 2014 年底合并重组成立。经过重组整合，安徽省交通控股集团成为全省统一的高速公路投资运营管理平台，也是资产规模最大的省属企业。截至 2018 年底，集团资产总额达到 2430 亿元，拥有交通运输、投资与资产管理、房地产和建筑三大主业。安徽省交通控股集团具有很强的科技研发能力，“十三五”期间共获得省部级奖项 44 项，发明专利 15 项，实用新型专利 40 项，软件著作权 5 项。已发布实施标准 36 项，其中国

家标准 2 项、行业标准 3 项，省地方标准 31 项，编制中国公路学会团体标准 6 部。集团下属的安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司是省内规模最大、实力最强的勘察设计企业，承担了全省绝大部分高速公路、国省干线、港口码头、大型桥梁隧道的勘察设计任务。

安徽省交通控股集团有限公司发明了根式基础，并主持完成了理论与计算方法、关键施工技术的研究以及配套施工设备的研发。

#### （十）完成人合作关系说明

自 2005 年以来，安徽省交通控股集团有限公司对根式基础系统地开展了理论及计算方法、施工关键技术以及施工设备的研究，形成了系列根式基础成套技术。主要完成人为殷永高、钱东升、章征、徐宏光、吕奖国、朱福春。主要完成人之间的合作关系体现在共同申请与执行重大专项项目；合作申请专利、标准；合作出版著作；合作推广应用等方面。主要完成人的合作关系概要说明如下。

项目第一完成人与钱东升在该项目的研发过程中合作申请了 ZL 2006 1 0038147.5、ZL 2008 1 0004441.3、ZL 2006 2 0076066.X 等多项专利。

项目第一完成人与章征在该项目的研发过程中合作申请了 ZL 2014 1 0171844.2、ZL 2014 1 0171790.X、ZL 2015 1 1029833.1、ZL 2007 2 0044402.7、ZL 2008 2 0185496.4 等多项专利，合作编写标准 2 部，合作出版著作 1 部，合作发表

论文多篇。

项目第一完成人与徐宏光在该项目的研发过程中合作申请了 ZL 2007 2 0044402.7 等专利，合作编写标准 2 部，合作出版著作 1 部。

项目第一完成人与吕奖国在该项目的研发过程中合作申请 ZL 2014 1 0172024.5、ZL 2014 1 0171790.X、ZL 2015 1 1029833.1、ZL 2006 2 0076066.X、ZL 2007 2 0044402.7、ZL 2008 2 0185496.4 等专利，合作编写标准 2 部，合作出版著作 1 部，合作发表论文多篇。

项目第一完成人与朱福春在该项目的研发过程中合作申请 ZL 2014 1 0171844.2，ZL 2014 1 0171790.X，ZL 2015 1 1029833.1，ZL 2007 2 0044402.7，ZL 2008 2 0185496.4，ZL 2006 2 0076066.X 等专利，合作编写标准 2 部，合作出版著作 1 部，合作发表论文多篇。