

附件

北京堡瑞思减震科技有限公司 2019年度河北省科学技术进步奖提名项目 公示

项目名称：高性能屈曲约束支撑减震关键技术及应用

完成单位：中土大地国际建筑设计有限公司、华南理工大学、
北京堡瑞思减震科技有限公司

主要完成人情况：

姓名	排名	技术职称	工作单位	对本项目技术创造性贡献	曾获科学技术奖励情况
赵俊贤	1	副教授	华南理工大学	项目总负责，制定总体技术路线和实施方案，对5个创新点做出了突出贡献，占本人工作量80%。	河北省建设行业科学技术进步奖一等奖1项
郝贵强	2	正高级工程师	中土大地国际建筑设计有限公司	主要负责本项目的试验研究和理论分析研究方案，研发了装配式组合预制构件约束技术、滑移节点技术，对创新点2、5做出了突出贡献，占本人工作量70%。	河北省科学技术进步奖三等奖3项；河北省建设行业科学技术进步奖一等奖4项、二等奖2项、三等奖1项
齐建伟	3	正高级工程师	中土大地国际建筑设计有限公司	负责本项目试验研究、理论分析和计算机仿真分析的全面实施，主要开展了滑移节点技术在混凝土结构中的应用研究、屈曲约束支撑技术在结构中的应用研究，对创新点5做出了突出贡献，占本人工作量70%。	河北省科学技术进步奖三等奖3项；河北省建设行业科学技术进步奖一等奖3项、二等奖1项
杜永山	4	高级工程师	北京堡瑞思减震科技有限公司	主要负责屈曲约束支撑技术在结构中的应用研究和理论分析研究，共同研发了双芯板和角钢支撑加固等无焊耗能核心技术、装配式组合预制构件约束技术，对创新点1、2做出了重要贡献，占本人工作量70%。	河北省建设行业科学技术进步奖一等奖、二等奖各1项

石晓娜	5	工程师	中土 大 地 国 际 建 筑 有 限 公 司	主要负责计算机模拟分析研究和试验研究，研发了滑移节点与混凝土结构的连接方案，开展了屈曲约束支撑在结构中的应用研究，对创新点 5 做出了重要贡献，占本人工作量的 50%。	河北省建设行业科学技术进步一等奖 1 项、二等奖 2 项、三等奖 1 项
韩伟	6	---	北 京 瑞 思 减 震 科 有 限 公 司	主要负责屈曲约束支撑技术的应用推广，协助研发了无焊耗能核心技术和装配式组合预制构件约束技术，对创新点 1、2 及工程应用做出了重要贡献，占本人工作量的 50%	---
张雷	7	正高级 工程师	中土 大 地 国 际 建 筑 有 限 公 司	主要负责屈曲约束支撑技术在结构中的应用研究，参编河北省地方标准，对本项目的技术落地做出了重要贡献，占本人工作量的 50%	---
王湛	8	教授	华 南 理 工 大 学	主要负责屈曲约束支撑与结构的相互作用效应研究方案，共同发现了子结构节点转角效应对屈曲约束支撑稳定性的不利影响，对创新点 4 做出了重要贡献，占本人工作量的 50%。	广东省科学技术进步奖一等奖 1 项
迟雪晶	9	工程师	北 京 瑞 思 减 震 科 有 限 公 司	主要负责屈曲约束支撑技术在结构中的应用研究和屈曲约束支撑产品性能检测，协助研发无焊耗能核心技术和装配式组合预制构件约束技术，对创新点 1、2 做出了贡献，占本人工作量的 50%	---
孙建伟	10	工程师	中土 大 地 国 际 建 筑 有 限 公 司	主要负责屈曲约束支撑技术在结构中的应用研究，协助技术的市场推广和产品检测，参编河北省地方标准，对本项目的技术落地和工程应用做出了贡献，占本人工作量的 50%	---

项目简介：

我国是地震多发的国家，也是地震灾害最严重的国家。以往震害表明，某一地区实际发生的地震强度往往超过了该地区的设防水平(尤其极罕遇地震)，由此引起的土木工程结构破坏和倒塌是造成经济损失和人员伤亡的根本原因。结构消能减震技术通过在结构中设置屈曲约束支撑(Buckling-Restrained Brace，简称为 BRB)等减震装置率先消耗地震能量，减少主体结构的地震损伤，在国内外工程结构抗震设计中得到了广泛应用。然而，当前国内外现行设计标准并未考虑 BRB 减震系统在超设计位移下的稳定性和低周疲劳性能，且把 BRB 当作独立系统进行单独设计，并未考虑超大地震下 BRB 减震系统与结构的相互作用效应，成为制约 BRB 减震技术在超大地震下应用的技术瓶颈。因此，迫切需要研发具有大变形能力、稳定工作性能及良好协同工作性能的高性能屈曲约束支撑减震关键技术。

本项目提出“基于大变形”和“基于减震系统-子结构相互作用”的技术研发思路，在国家自然科学基金、河北省重点研发计划等项目支持下，突破国内外现行设计标准仅停留于小变形和独立系统的局限，分别从构件和结构层次开展系统的试验研究、理论分析、计算机模拟及施工工艺研究，形成了涵盖 BRB 抗震性能提升技术、BRB 稳定性控制技术、BRB 系

统与结构的协同工作控制技术等高性能屈曲约束支撑减震成套技术，完成河北省技术标准编制及一系列实际工程应用，具体取得以下创新性成果：

1、提出基于无焊耗能核心的 BRB 减震技术，解决了传统焊接耗能核心 BRB 技术在大变形下的低周疲劳脆性断裂问题，显著提升了 BRB 减震装置的整体抗震性能。

2、提出基于装配式组合预制构件(钢管内填充混凝土或石膏)的 BRB 减震技术，解决了耗能核心与约束单元的传统一体化浇筑技术引起的 BRB 局部屈曲问题，采用该技术后 BRB 的低周疲劳性能提升至我国规范的 6 倍。

3、发现了 BRB 减震构件独特的连接段转动弯曲效应以及两点接触效应，构建了考虑端部转动效应的 BRB 整体稳定控制技术，解决了大变形下 BRB 的整体失稳问题。

4、发现了 BRB 减震结构独特的节点转角效应和二阶弯矩效应，证明了现行设计标准采用轴力传递假定的局限性，从结构层面提出考虑结构大变形效应的 BRB 整体稳定控制技术，显著提升 BRB 减震系统与子结构的协同工作性能。

5、基于以柔克刚的新思想，在国际上首创滑移节点技术，有效释放 BRB 减震结构的节点切向约束效应，显著提升了 BRB 减震结构的整体抗震能力，解决了困扰工程界近二十年的支撑框架节点开合效应和节点断裂问题。

完成人提供的代表性论文专著目录：

1. Junxian Zhao, Fuxiong Lin, Zhan Wang. Seismic design of buckling-restrained brace welded end connection considering frame action effects: Theoretical, numerical and practical approaches. Engineering Structures. 2017.
2. Junxian Zhao, Bin Wu and Jinping Ou. Global stability design method of buckling-restrained braces considering end bending moment transfer: Discussion on pinned connections with collars. Engineering Structures, 2013.
3. 郝贵强, 石晓娜, 齐建伟, 赵俊贤, 陈若冰. 防屈曲支撑钢筋混凝土框架滑移连接节点抗震性能分析. 建筑结构, 2019.
4. 梅洋, 吴斌, 赵俊贤, 郝贵强, 杜永山. 组合钢管混凝土式防屈曲支撑. 哈尔滨工业大学学报, 2011.
5. 赵俊贤, 于海潮, 潘毅, 陈若冰, 郭瑞. 基于滑移连接的防屈曲支撑钢框架节点抗震性能研究. 建筑结构学报, 2019.
6. 赵俊贤, 吴斌, 欧进萍. 新型全钢防屈曲支撑的拟静力滞回性能试验. 土木工程学报, 2011.

主要知识产权证明目录 (发明奖、 进步奖):

1. 专利权人: 中土大地国际建筑设计有限公司. 组合钢管石膏式屈曲约束支撑及其制造方法. 国家发明专利, 专利号: ZL201610076460.1, 申请日期: 2016-02-03, 授权日期: 2018-11-06
2. 专利权人: 华南理工大学, 中土大地国际建筑设计有限公司, 北京堡瑞思减震科技有限公司. 角钢支撑加固装置及其安装方法, 国家发明专利, 专利号: ZL201610075250.0, 申请日期: 2016-02-03, 授权日期: 2017-09-01.
3. 专利权人: 华南理工大学, 中土大地国际建筑设计有限公司, 北京堡瑞思减震科技有限公司. 一种双芯板屈曲约束支撑及其制造

方法，国家发明专利，专利号：ZL201610076125.1，申请日期：2016-02-03，授权日期：2019-03-29

4. 专利权人：华南理工大学，中土大地国际建筑设计有限公司，北京堡瑞思减震科技有限公司。一种双节点板夹持式防屈曲支撑栓焊混合连接节点，国家发明专利，专利号：ZL201510243044.1，申请日期：2015-05-13，授权日期：2017-11-24
5. 专利权人：华南理工大学，中土大地国际建筑设计有限公司，北京堡瑞思减震科技有限公司。大轴力屈曲约束支撑及连接节点装置及其安装方法。国家发明专利，专利号：ZL201610029315.8，申请日期：2016-01-15，授权日期：2017-09-01
6. 专利权人：中土大地国际建筑设计有限公司。一种组合钢管混凝土H型钢大轴力屈曲约束支撑。国家实用新型专利，专利号：ZL201620108448.X，申请日期：2016-02-03，授权日期：2016-07-06
7. 专利权人：中土大地国际建筑设计有限公司。一种组合钢管混凝土十字屈曲约束支撑。国家实用新型专利，专利号：ZL201620109951.7，申请日期：2016-02-03，授权日期：2016-07-06
8. 著作权人：中土大地国际建筑设计有限公司。组合钢管混凝土约束单芯板式屈曲约束支撑设计软件。计算机软件著作权，登记号：2018SR1077844，开发完成时间：2016-11-01，首次发表时间：2017-11-07.
9. 著作权人：中土大地国际建筑设计有限公司。组合钢管混凝土约束H型钢式屈曲约束支撑设计软件。计算机软件著作权，登记号：2018SR1077849，开发完成时间：2016-11-17，首次发表时间：2017-11-09.
10. 著作权人：中土大地国际建筑设计有限公司。屈曲约束支撑钢框架滑移式节点设计软件。计算机软件著作权，登记号：2018SR1077291，开发完成时间：2017-12-27，首次发表时间：2018-02-06.

项目推广应用及经济社会效益情况（发明奖、进步奖）：

本项目提出的高性能屈曲约束支撑减震关键技术已在超高层结构、大跨度结构、装配式结构和桥梁结构等百余项实际工程成功应用，包括北京新机场综合服务楼、北京新机场南航机库(亚洲最大机库)、北京新机场 2527 工程(北京新机场空军机库)、新疆宝能城(新疆第一高楼)、宁夏德丰大厦(宁夏在建第一高楼)、河北保定未来城(最高装配式混凝土框架-支撑结构)、北京副中心警务中心、郑州奥体中心、郑州博物馆等代表性工程。实现了该技术在我国特大桥梁的首例应用(银川永宁黄河大桥)，以及国内最大屈服承载力(23000kN)十字核心屈曲约束支撑技术在超高层结构的成功应用(新疆宝能城)，获得良好经济效益，有效保证了屈曲约束支撑在构件超长、承载力超大和变形超规范等工程新需求下的抗震性能。

经济效益分析表明，采用 BRB 技术代替传统技术后，间接节约资金 10%，工期缩短 20%以上，经济效益显著。本项目提出的高性能屈曲约束支撑减震技术，致力于保护主体结构在超大地震下的安全性，减少主体结构的地震损伤，对实现土木工程结构的可持续发展以及强震后的快速修复，减少震后拆除和重建引起的环境破坏，均具有重要的现实意义；该工艺绿色环保，节材易维护，对于我国土木工程行业的固体废弃物减排和节能环保产生了重要社会效益。

主要完成单位及创新推广贡献（进步奖）：

中土大地国际建筑设计有限公司、华南理工大学、北京堡瑞思减震科技有限公司。其中，中土大地国际建筑设计有限公司和华南理工大学主要负责屈曲约束支撑技术的科技创新研发、课题合作研究、技术标准制定和落地、试验研究、理论分析等工作，相关技术成果与北京堡瑞思减震科技有限公司进行产业化和工程应用合作，形成了高性能屈曲约束支撑减震成套技术的完整产学研体系，积极推动了高性能屈曲约束支撑减震技术的发展和应用。

该技术已在百余项工程中得到应用，通过在原结构中合理地布置 BRB 构件，解决了常遇地震作用下部分框架柱承载力不足和罕遇地震作用下易倒塌的问题，满足了抗震设防要求，提高了建筑的安全性，具有重要社会意义。

申报奖励类别及等级（自然奖、发明奖、进步奖）：

河北省科学技术进步奖，二等奖及以上

其他（请列示）：无

完成人合作关系说明

本项目成果第一完成人赵俊贤与郝贵强、齐建伟、杜永山、石晓娜、韩伟、张雷、王湛、迟雪晶、孙建伟协同合作完成，合作经历及合作关系如下：

郝贵强，第二完成人，自 2010 年起，共同开展了屈曲约束支撑加固混凝土框架抗震性能的研究，并在河北省图书馆抗震加固设计中成功应用(屈曲约束支撑减震技术在河北省的首例应用)，共同参与河北省重点研发计划《考虑钢框架开合效应的防屈曲支撑节点板连接抗震性能与设计方法研究》(郝贵强为项目主持人)，共同编制河北省工程建设标准《屈曲约束支撑结构技术标准》，在《哈尔滨工业大学学报》、《土木建筑与环境工程》、《建筑结构》共同发表论文 4 篇。

齐建伟，第三完成人，自 2010 起，共同开展了屈曲约束支撑加固混凝土框架抗震性能的研究，作为技术骨干共同参与河北省重点研发计划《考虑钢框架开合效应的防屈曲支撑节点板连接抗震性能与设计方法研究》，共同编制河北省工程建设标准《屈曲约束支撑结构技术标准》，在《建筑结构》共同发表论文 2 篇。

杜永山，第四完成人，2007~2016 年在河北大地建设科技有限公司（现中土大地国际建筑设计有限公司）从事结构与课题研发工作，2016 年至今在北京堡瑞思减震科技有限公司负责减震技术应用分析与设计工作。自 2010 年起，

共同开展了屈曲约束支撑加固混凝土框架抗震性能的研究，作为技术骨干共同参与河北省重点研发计划《考虑钢框架开合效应的防屈曲支撑节点板连接抗震性能与设计方法研究》，共同编制河北省工程建设标准《屈曲约束支撑结构技术标准》，在《哈尔滨工业大学学报》、《土木建筑与环境工程》、《建筑结构》共同发表论文 3 篇，共同授权发明专利 4 项、实用新型专利 2 项。

石晓娜，第五完成人，自 2016 年起，作为技术骨干共同参与河北省重点研发计划《考虑钢框架开合效应的防屈曲支撑节点板连接抗震性能与设计方法研究》，共同编制河北省工程建设标准《屈曲约束支撑结构技术标准》，在《建筑结构》共同发表论文 2 篇。

韩伟，第六完成人，自 2014 年起，共同推广屈曲约束支撑技术的工程应用，共同参与河北省重点研发计划《考虑钢框架开合效应的防屈曲支撑节点板连接抗震性能与设计方法研究》，共同编制河北省工程建设标准《屈曲约束支撑结构技术标准》，共同在《土木工程学报》发表论文 1 篇，共同授权发明专利 5 项、实用新型专利 2 项。

张雷，第七完成人，2018 年起，共同推广屈曲约束支撑技术的工程应用，共同编制河北省工程建设标准《屈曲约束支撑结构技术标准》。

王湛，第八完成人，自 2014 年起，共同开展考虑结构

大变形效应的屈曲约束支撑整体稳定性研究,在《Earthquake Engineering and Structural Dynamics》、《Engineering Structures》、《土木工程学报》共同发表论文 3 篇。

迟雪晶, 第九完成人, 自 2016 年起, 共同开展屈曲约束支撑技术在结构中的应用研究、屈曲约束支撑的产品检测, 共同授权发明专利 4 项、实用新型专利 2 项。

孙建伟, 第十完成人, 自 2018 年起, 共同开展屈曲约束支撑技术在结构中的应用研究和市场推广, 共同编制河北省工程建设标准《屈曲约束支撑结构技术标准》。

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	备注
1	合作课题 编制标准 论文 组织鉴定	郝贵强	2010	共同参与河北省重点研发计划, 共同编制河北省工程建设标准, 在《哈尔滨工业大学学报》、《土木建筑与环境工程》、《建筑结构》共同发表论文 4 篇		
2	合作课题 编制标准 论文	齐建伟	2010	共同参与河北省重点研发计划, 共同编制河北省工程建设标准, 在《建筑结构》共同发表论文 2 篇		
3	合作课题 编制标准 专利 论文 组织鉴定	杜永山	2010	共同参与河北省重点研发计划, 共同编制河北省工程建设标准, 共同授权发明专利 4 项、实用新型专利 2 项, 在《哈尔滨工业大学学报》、《土木建筑与环境工程》、《建筑结构》		

				共同发表论文 3 篇		
4	合作课题 编制标准 论文 共同组织鉴定	石晓娜	2016	共同参与河北省重点研发计划，共同编制河北省工程建设标准，在《建筑结构》共同发表论文 2 篇		
5	合作课题 编制标准 专利 论文 组织鉴定	韩伟	2014	共同参与河北省重点研发计划，共同编制河北省工程建设标准，共同授权发明专利 5 项、实用新型专利 2 项，在《土木工程学报》共同发表论文 1 篇		
6	编制标准 工程应用 组织鉴定	张雷	2018	共同编制河北省工程建设标准		
7	论文	王湛	2014	在 Earthquake Engineering and Structural Dynamics、Engineering Structures、《土木工程学报》共同发表论文 3 篇		
8	专利 工程应用	迟雪晶	2016	共同授权发明专利 4 项、实用新型专利 2 项		
9	编制标准 工程应用 组织鉴定	孙建伟	2018	共同编制河北省工程建设标准		

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，若由此产生异议、争议，本人愿意承担相应责任，同意该项目按相关规定接受处理。特此声明。

第一完成人签名： 赵俊贤

知情同意证明

知情同意证明

由赵俊贤等（完成单位：中土大地国际建筑设计有限公司、华南理工大学、北京堡瑞思减震科技有限公司）完成的“高性能屈曲约束支撑减震关键技术及应用”项目，在申报 2019 年度河北省科学技术进步奖时，使用了 Bin Wu（吴斌）同志作为通讯作者发表的“Global stability design method of buckling-restrained braces considering end bending moment transfer: Discussion on pinned connections with collars”论文，上述论文未被使用申报过各级科学技术奖，知识产权属于完成单位所有。经通讯作者吴斌同志同意，允许上述论文在申报河北省科学技术奖时使用，无知识产权争议，并已知晓“获奖项目所用论文不得再次用于申报省科学技术奖、未获奖项目所用论文不得连续两年使用”等有关规定，特此证明。

论文通讯作者（签字）：

2019 年 4 月 17 日

知情同意证明

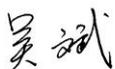
由赵俊贤等（完成单位：中土大地国际建筑设计有限公司、华南理工大学、北京堡瑞思减震科技有限公司）完成的“高性能屈曲约束支撑减震关键技术及应用”项目，在申报 2019 年度河北省科学技术进步奖时，使用了潘毅同志作为通讯作者发表的“基于滑移连接的防屈曲支撑钢框架节点抗震性能研究”论文，上述论文未被使用申报过各级科学技术奖，知识产权属于完成单位所有。经通讯作者潘毅同志同意，允许上述论文在申报河北省科学技术奖时使用，无知识产权争议，并已知晓“获奖项目所用论文不得再次用于申报省科学技术奖、未获奖项目所用论文不得连续两年使用”等有关规定，特此证明。

论文通讯作者（签字）：

2019 年 4 月 17 日

知情同意证明

由赵俊贤等（完成单位：中土大地国际建筑设计有限公司、华南理工大学、北京堡瑞思减震科技有限公司）完成的“高性能屈曲约束支撑减震关键技术及应用”项目，在申报 2019 年度河北省科学技术进步奖时，使用了吴斌同志作为通讯作者发表的“新型全钢防屈曲支撑的拟静力滞回性能试验”论文，上述论文未被使用申报过各级科学技术奖，知识产权属于完成单位所有。经通讯作者吴斌同志同意，允许上述论文在申报河北省科学技术奖时使用，无知识产权争议，并已知晓“获奖项目所用论文不得再次用于申报省科学技术奖、未获奖项目所用论文不得连续两年使用”等有关规定，特此证明。

论文通讯作者（签字）：

2019 年 4 月 17 日

知情同意证明

由赵俊贤等（完成单位：中土大地国际建筑设计有限公司、华南理工大学、北京堡瑞思减震科技有限公司）完成的“高性能屈曲约束支撑减震关键技术及应用”项目，在申报 2019 年度河北省科学技术进步奖时，使用了梅洋和吴斌同志参与发表的“组合钢管混凝土式防屈曲支撑”论文，上述论文未被使用申报过各级科学技术奖，知识产权属于完成单位所有。经第一作者梅洋同志同意，允许上述论文在申报河北省科学技术奖时使用，无知识产权争议，并已知晓“获奖项目所用论文不得再次用于申报省科学技术奖、未获奖项目所用论文不得连续两年使用”等有关规定。此外，河北大地建设科技有限公司于 2018 年 11 月正式更名为中土大地国际建筑设计有限公司，特此证明。

论文第一作者（签字）：

2019 年 4 月 17 日