

陕西省科学技术进步奖公示信息

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	高层建筑混凝土结构抗震性能与韧性提升关键技术及应用
主要完成人	史庆轩，辛力，王斌，门进杰，田建勃，杨坤，荆竞，骆发江，戎翀，史生志，王世斌，李守富，梁兴文，刘源，康苗
主要完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司，西安建筑科技大学，西安理工大学，长安大学，中建三局集团有限公司，中建震安科技工程有限公司

二、提名意见（适用于单位提名）

提 名 者	陕西省住房和城乡建设厅	提名等级	<input checked="" type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖
<p>提名意见：</p> <p>高层建筑结构作为现代城市化进程的重要标志和核心载体，其在高烈度区的抗震安全性问题突出，成为制约城市高质量发展的重要因素。该项目在国家重点研发计划、国家自然科学基金等共计 39 项科研项目的支持下，以提升高层建筑混凝土结构抗震性能与韧性为目标，以高性能材料研发应用与减隔震技术创新为突破口，历经 20 年持续攻关，针对高层建筑混凝土结构的抗震性能及韧性提升关键技术及应用开展了系统性、先导性和创新性研究，建立了高强钢筋混凝土结构材料-结构一体化设计理论，提出了混凝土剪力墙抗震性能提升技术与设计方法，创建了高层建筑混凝土结构减隔震与抗震韧性提升技术。</p> <p>依托本项目成果，获国家授权发明专利 27 项、实用新型专利 44 项，省级工法 5 项，主编国家、地方、团体标准及图集 13 部、参编 6 部，出版中/英文学术专著 5 部，发表学术论文 223 篇（SCI 检索 44 篇，EI 检索 90 篇），获陕西省土木建筑科学技术奖特等奖、陕西高等学校科学技术奖特等奖等。成果已应用于西安绿地中心双子塔、西安国家版本馆、陕西历史博物馆秦汉馆等一百余项工程，取得了显著的经济和社会效益。</p> <p>项目组通过“高校-设计院-施工单位-制造企业”深度合作，形成“研发-理论-设计-建造”全链条集成化创新成果，对于提升城镇抗震安全水平与韧性做出了重要贡献。提名材料齐全、规范，经完成单位公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖提名条件。</p> <p>提名该项目为陕西省科学技术进步奖一等奖。</p> <p>说明：省科学技术进步奖一、二、三等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖”的评审落选项目不再降格参评三等奖。项目组与提名单位沟通后，做出提名等级意见；提名项目正式提交后，提名等级建议不得变更。</p> <p>软科学标准计量科普类项目请勾选“二等奖”或者“三等奖”。</p>			

三、项目简介

(限 2 页)

1. 项目背景与意义

随着城镇化进程的加速，高层建筑已成为缓解人地矛盾、促进产业升级和推动区域高质量发展的必然选择。特别是在大都市和新型经济体中，高层建筑的需求将持续增长，未来发展前景广阔。我国是全球地震多发的国家，西部及部分地区地震活动频繁，抗震设防在 7 度及其以上的高烈度区分布范围广，尤其是西安、成都、昆明、兰州、乌鲁木齐等大城市的抗震设防烈度高达 8 度。目前，高层建筑主要以混凝土结构为主，因其高度大、质量集中、自振周期长等特点，受地震动力效应和高阶振型效应影响显著，加之混凝土结构本身延性差和损伤机制不可控等因素，给高层建筑混凝土结构的抗震安全带来了严峻挑战，成为制约城市高质量发展的重要因素。

2. 项目总体思路与技术创新

随着高强高性能建筑材料的研发应用、减隔震技术的创新发展以及抗震韧性设计理念的不断深化，可通过创新结构体系、研发和应用高强高性能材料、附加消能减震装置、开发高效连接方式等实现高性能建筑结构。项目组以提升高层建筑混凝土结构抗震性能与韧性为目标，围绕高性能材料-结构一体化设计理论、混凝土剪力墙抗震性能提升及其设计方法、高层建筑混凝土结构减隔震与抗震韧性提升等核心问题，历时 20 年开展了各类新型结构构件及装置的试验研究，构建了精细化数值仿真模型和弹塑性分析方法，建立了性能化抗震设计方法，形成了高层建筑混凝土结构抗震性能及韧性提升关键技术。本成果在国家重点研发计划、国家自然科学基金等共计 39 项科研项目的持续支持下，通过“高校-设计院-施工单位-制造企业”深度合作，形成“研发-理论-设计-建造”全链条集成化创新成果，支撑高烈度区高层建筑混凝土结构向高性能化、低碳化和长寿命设计转型。取得以下主要创新成果：

(1) 高强钢筋混凝土结构受力机理和材料-结构一体化设计理论

创新性地采用高强钢筋作为箍筋，研发了新型“一笔画”连续复合箍筋，揭示了高强箍筋对于核心混凝土的约束增强机理，提出了其轴心受压破坏准则、应力-应变关系全曲线和实用本构模型；开展了高强箍筋约束混凝土梁、短柱、节点的抗震抗剪性能研究，建立了各类构件受剪承载力计算模型和设计方法，明确了短柱发生剪切粘结破坏的条件及计算方法；采用高强钢筋作为纵筋，并配合高强箍筋，研究了高强钢筋混凝土柱的小偏压受力和抗震性能，建立了压弯承载力计算方法，基于延性需求提出了突破现行规范的高强钢筋混凝土柱轴压比和配箍特征值限值。相关研究形成了一套完整的高强钢筋混凝土结构的设计理论与方法，为高强钢筋的推广应用提供了充分的技术支撑，并取得了可观的经济效益。

(2) 混凝土剪力墙抗震机理及性能提升技术与方法

创新性地提出将纤维增强混凝土(FRC)用于高层建筑结构的预期损伤部位(剪力墙底部加强区和连梁)，并开发出分段约束箍筋技术形成 FRC 剪力墙，融合对角

斜筋构造形成 FRC 连梁,采用带栓钉钢板形成 FRC 组合连梁,系统揭示了新型 FRC 剪力墙和连梁的地震损伤机理及其损伤容限,建立了其截面承载力和变形能力计算模型;自主研发了多向加载试验系统,揭示了带翼缘剪力墙在多维地震作用下的耦合受力机理,融合机器学习算法建立了双轴耦合效应影响下性能劣化指标预测模型;揭示了联肢剪力墙的损伤演化机理,提出了耦联率的合理取值范围,建立了基于延性需求的联肢墙抗震性能控制方法。相关成果为提升高层抗侧力构件的抗震防灾能力提供了有力支撑,丰富和发展了高层建筑混凝土结构多维抗震理论。

(3) 高层建筑混凝土结构减隔震与抗震韧性提升技术

创新研发了建筑隔震层新型抗拉-限位装置及楼梯结构隔震支座等隔震装置,建立了其设计方法和分析平台;研制了位移放大型摩擦阻尼器、高性能屈曲约束支撑以及超高韧性混凝土耗能墙等减震装置和构件,通过力学性能测试和参数化分析,提出了其滞回模型和参数设计方法;融合减隔震技术和自复位技术,开发了可控耗能塑性铰、自复位摇摆柱、自复位分缝剪力墙等新型功能可恢复结构构件,建立了其宏观单元模型和简化计算方法;创建了高层抗震韧性结构弹塑性分析平台,提出了基于损伤控制的抗震设计方法,形成了系列高层建筑混凝土结构减隔震与抗震韧性提升成套技术。新型高层抗震韧性结构体系具备震时免(低)损伤,震后易恢复能力,全寿命周期综合效益明显,有力支撑了国家韧性城乡建设。

3. 项目技术成果

项目成果获国家授权发明专利 27 项、实用新型专利 44 项,省级工法 5 项,主编完成了《高强箍筋混凝土结构技术规程》(CECS 356: 2013)、《CRB600H 高强钢筋应用技术规程》(DBJ 61/T 173-2020)、《建筑结构隔震技术规程》(DB 61/T 5020-2022)、《建筑消能减震技术规程》(DB 61/T 5067-2023)等国家、地方、团体标准及图集 13 部,参编完成了《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)、《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)、《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》(RISN-TG046-2023)等标准 6 部;出版中/英文学术专著 5 部,发表学术论文 223 篇(SCI 检索 44 篇, EI 检索 90 篇);获陕西省土木建筑科学技术奖特等奖(2023 年)、陕西省土木建筑青年科技奖(2023 年)、陕西省科技工作者创新创业大赛一等奖(2024 年)。项目组入选首批陕西省秦创原“科学家+工程师”建设团队(建筑结构减隔震技术与应用创新),培养了 92 名硕博研究生和 12 名设计院、施工企业中青年技术骨干,为行业输送了一批专业技术人才。

4. 成果应用与社会经济效益

项目研究成果在西安绿地中心双子塔、西安国家版本馆、陕西历史博物馆秦汉馆等一百余工程项目中应用,有力推动了高性能材料和高效减隔震装置在高层建筑结构中的应用发展。成果推广应用为企业近三年累计新增销售金额 82.27 亿元,新增利润 2.76 亿元,为业主单位直接节约支出约 2.51 亿元,在提高结构抗震安全的同时,大幅降低了工程造价,取得了显著的经济和社会效益。

经吕西林院士、郑建国大师等专家鉴定:研究成果总体达到国际领先水平。

四、客观评价

1. 国家、地方、团队标准及图集的编制

本项目完成单位作为标准主编单位和主要参编单位，完成人作为主要起草人，基于在高烈度区高层建筑混凝土结构抗震性能与韧性提升领域取得的关键技术创新成果，主编国家、地方、团体标准及图集 13 部、参编 6 部，并在陕西省及西部高烈度区高层建筑混凝土结构的设计、施工中获得规模化应用，为行业的科技进步与产业的结构优化升级提供了先导性的技术支持，为高性能建筑材料和减隔震技术的推广应用发挥了重要的示范作用。

依托本项目创新点 1 中“高强钢筋混凝土结构相关技术成果”，在全国率先主持编制了中国工程建设协会标准《高强箍筋混凝土结构技术规程》（CECS 356: 2013）、陕西省工程建设标准《CRB600H 高强钢筋应用技术规程》（DBJ 61/T 173-2020）。本项目创新点 2 中“剪力墙相关设计方法”被纳入国家标准《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）。依托创新点 3 中“减隔震相关技术成果”，主持编制了陕西省工程建设标准《建筑结构隔震技术规程》（DB 61/T 5020-2022）和《建筑消能减震技术规程》（DB 61/T 5067-2023）。

2. 科技成果评价

2025 年 8 月 29 日，由陕西省土木建筑学会组织，吕西林院士为组长，郑建国大师为副组长的评价委员会对由中国建筑西北设计研究院有限公司、西安建筑科技大学、西安理工大学、长安大学、中建三局集团有限公司和中建震安科技工程有限公司共同完成的“高层建筑混凝土结构抗震性能与韧性提升关键技术及应用”成果进行了科技评价。专家组一致认为：该项目研究方法科学合理、技术先进实用，成果系统完整、创新性突出，应用前景广阔，成果总体达到国际领先水平。

3. 应用评价

（1）在富力开远城 B 区、绿城西安全运村涵碧苑、香榭御澄 B 座、西北农林科技大学北校区学生公寓等 70 余项高层住宅和公寓项目中，应用了高强钢筋及其设计理论（创新点 1），认为本成果有效减少了钢材用量，实现了结构的轻量化设计，创造了良好的经济效益。

（2）在西安绿地中心双子塔、西安迈科商业中心、延长石油科研中心等 40 余项超高层建筑项目中，应用了高性能混凝土剪力墙和连梁及其设计理论（创新点 2），认为本成果有效提升了结构的抗震安全性，节约了维护成本，推进了高层建筑结构的高质量发展。

（3）在西安国家版本馆、西安火车站改扩建工程、西安市青少年宫活动中心项目等 60 余项公共建筑项目中，应用了减隔震技术及其设计方法（创新点 3），认为本成果技术先进，可操作性强，全寿命周期综合效益显著，产生了巨大的社会效益和经济效益。

4. 已获科技奖励

（1）“高烈度区超高层组合结构理论方法与工程应用关键技术”于 2023 年获陕

西省土木建筑科学技术奖特等奖。

(2)“钢筋混凝土柱-钢梁组合框架结构地震破坏机理及设计方法”于2022年获陕西高等学校科学技术奖特等奖。

(3)“楼梯间隔震结构设计方法及成套关键技术研发”于2020年获陕西省土木建筑科学技术奖一等奖。

(4)“新型建筑减隔震产品研发及产业化应用”于2024年获陕西省科技工作者创新创业大赛一等奖。

5. 科技成果查新

2025年8月,由科学技术部西南信息中心查新中心对项目成果进行了科技查新(报告编号:J20255001247365169),通过32个国内外文献库、数据平台文献检索后得出结论:在公开发表的中外文献中,除本项目组发表文献涉及查新内容外,国内外未见其他文献报道,本项目具有新颖性。

6. 课题验收意见

支持本项目研究成果且由本项目组主持完成的国家重点研发计划课题1项,国家自然科学基金15项,省部级科研项目11项,均已通过国家和省级相关技术部门组织的专家验收且顺利结题。

由中国建筑西北设计研究院有限公司牵头,史庆轩教授担任首席科学家,辛力总工程师担任首席工程师,共同完成了陕西省秦创原首批“科学家+工程师”团队建设项目(建筑结构减隔震技术与应用创新),并与2025年8月顺利通过验收结题。

7. 同行学术性评价

基于该项目研究成果,出版中英文学术专著5部(中国建筑工业出版社、科学出版社出版),发表高水平学术论文223篇(44篇被SCI检索,90篇被EI检索),2篇入选ESI高被引论文,1篇入选F5000—中国精品科技期刊顶尖学术论文,25篇入选中国知网“高影响力论文”,73篇发表于《土木工程学报》、《建筑结构学报》、《工程力学》中文顶级期刊。发表的“高强箍筋约束高强混凝土轴心受压力学性能试验研究”累计引用154次,得到了包括杜修力院士在内的正面评价;发表的“高性能混凝土剪力墙性能设计理论的试验研究”累计引用144次,得到了包括丁永君大师在内的正面评价;发表的“钢筋混凝土框架结构基于位移的抗震设计方法研究”累计引用268次,得到了包括李宏男教授在内的正面评价。

五、应用情况

1. 应用情况（限 2 页）

本项目技术已应用于包括西安绿地中心双子塔、西安国家版本馆、陕西历史博物馆秦汉馆、西安迈科商业中心、延长石油科研中心等一百余项工程中（主要应用单位与项目情况见下表）。基于本项目技术成果，在全国率先主编的中国工程建设协会标准《高强箍筋混凝土结构技术规程》（CECS 356: 2013）、陕西省工程建设标准《CRB600H 高强钢筋应用技术规程》（DBJ 61/T 173-2020）、《建筑结构隔震技术规程》（DB 61/T 5020-2022）、《建筑消能减震技术规程》（DB 61/T 5067-2023）等及主要参编的国家、地方、团体标准及图集，在省内、国内已被工程设计与施工技术人员广泛采纳和应用。

主要应用单位情况表					
序号	单位名称	应用技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	中国建筑西北设计研究院有限公司	①②③	西安绿地中心双子塔项目	2010.04-2012.04	韩刚启 18092704648
		②③	延长石油科研中心项目	2012.09-2014.09	
		②③	富力开远城 B 区项目	2019.09-2021.09	
		①②	欧亚国际三期（商业）1 号楼项目	2017.11-2019.11	
2	陕西省建筑设计研究院（集团）有限公司	②③	金方圆广场（融创·玖园）	2020.07-2022.12	贺晓晖 18909222966
		①	锦海棠一期项目	2020.07-2022.12	
		①③	西藏民族大学秦汉校区 4、5# 学生公寓项目	2022.10-2024.11	
		①②	绿城西安全运村涵碧苑项目	2022.01-2024.02	
3	陕西省现代建筑设计研究院有限公司	①	宁强县中医医院门诊综合楼项目	2014.07-2015.01	高俊江 15829623951
		②③	华盛·旺座	2012.10-2014.01	
		①②	印象西府一期	2018.12-2020.12	
		①②	铂悦府项目（东区）	2011.07-2013.11	
4	中建震安科技工程有限公司	③	西安咸阳机场三期空管项目	2022.11-2024.12	史媚 13609192307
		③	西咸新区康养服务中心	2022.11-2024.12	
		③	西安市青少年宫活动中心项目	2022.11-2024.12	
		③	长安大学 23 号学生公寓项目	2022.11-2024.12	
5	中建八局西北建设有限公司	②③	浙商银行科研中心（西安）项目	2020.07-2024.12	王国欣 18917973030
		①	陕西国际体育之窗项目	2018.06-2022.12	
		②③	西安文旅中心项目	2021.12-2023.12	
		①③	西北农林科技大学北校区 20 号学生公寓项目	2021.12-2024.12	

6	中建新疆建工（集团）有限公司西北分公司	②	山海境小区三标段项目	2022.02-2024.12	易非 13369631230
		②	西安高新区绿地全球贸易港DK1（一期）项目	2020.09-2024.12	
		②	中粮·悦著云轩项目施工总承包工程	2022.07-2024.12	
		①	秦商国际中心项目	2020.03-2024.12	
7	中建三局集团有限公司	①②③	永威·时代中心项目	2015.08-2017.03	李艳 18821738843
		①②③	西安迈科商业中心项目	2014.06-2016.12	
		①③	陕西中医药大学科创大楼项目	2022.07-2024.07	
		②③	陕西师范大学学生公寓项目	2022.03-2023.07	
8	西安茂航置业有限公司	①②	天谷府二期B区项目	2022.07-2024.12	朱晶 13669265560
		①②	高新金茂悦园项目	2022.01-2024.04	
		①②	天谷府一期	2022.07-2024.06	
9	中建西部建设第九有限公司	②	未来之芯（航天高技术应用中心）EPC总承包项目	2022.09-2024.12	白航 13890127863
		②	泾阳县中科科创园产业港（一期）项目工程总承包EPC项目	2022.08-2024.10	
		②	三原万达广场城市综合体项目	2021.10-2023.10	
		②	长安云项目（“一带一路”文化交流中心系列公建项目）	2022.10-2024.10	
10	陕西旺通供应链管理有限公司	①	西安咸阳国际机场三期扩建工程空管工程空管运行保障基地工程土建及配套设施施工	2022.05-2024.06	王刚 18182663830
		①	中国西电集团有限公司智慧产业园项目（东区）四标段	2023.08-2024.11	
		①	高科 智造园项目	2023.01-2024.11	
		①	西电集团医院门诊及住院综合楼改建项目一期工程	2023.08-2024.11	

注：应用技术①：高强钢筋混凝土结构材料-结构一体化设计理论；应用技术②：高性能混凝土剪力墙性能提升技术与方法；应用技术③：高层建筑混凝土结构减隔震与抗震韧性提升技术。

六、主要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	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种可控耗能摇摆柱柱脚	中国	ZL202110538975.X	2024 年 10 月 22 日	7464073	西安建筑科技大学	史庆轩, 王斌等
2	发明专利	一种弹簧型抗拉拔复合支座	中国	ZL202311777304.4	2024 年 06 月 25 日	7135515	中国建筑西北设计研究院有限公司、中建震安科技工程有限公司	辛力, 史生志等
3	发明专利	一种高延性联肢剪力墙	中国	ZL201210435018.5	2014 年 11 月 05 日	1516746	西安建筑科技大学	梁兴文等
4	发明专利	一种双重耗能型阻尼器	中国	ZL202010663856.2	2024 年 09 月 03 日	7339223	西安建筑科技大学	史庆轩, 王斌等
5	发明专利	一种可更换耗能梁段的 π 型钢-端板连接结构及方法	中国	ZL201910951205.0	2024 年 09 月 17 日	7379547	西安建筑科技大学	门进杰等
6	标准	高强箍筋混凝土结构技术规程	中国	CECS 356: 2013	2013 年 12 月 27 日	中国工程建设标准化协会第 153 号	西安建筑科技大学等	史庆轩, 杨坤等
7	标准	CRB600H 高强钢筋应用技术规程	中国	DBJ 61/T 173-2020	2020 年 09 月 08 日	陕建标发 [2020]1010 号	中国建筑西北设计研究院有限公司, 西安建筑科技大学等	辛力, 梁兴文, 史生志等
8	标准	建筑结构隔震技术规程	中国	DB 61/T 5020-2022	2022 年 03 月 10 日	陕建标发 [2022]1001 号	中国建筑西北设计研究院有限公司, 西安建筑科技大学等	辛力, 史庆轩, 史生志, 门进杰等
9	标准	建筑消能减震技术规程	中国	DB 61/T 5067-2023	2023 年 11 月 09 日	陕建标发 [2023]1009 号	中国建筑西北设计研究院有限公司, 西安建筑科技大学等	辛力, 史庆轩, 荆竞, 史生志, 刘源, 骆发江等
10	著作	高层建筑结构设计	中国	ISBN: 978-7-03-067554-5	2022-12-01	北京: 科学出版社	西安建筑科技大学	史庆轩, 梁兴文

七、主要完成人情况表

姓 名	史庆轩	排 名	1
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 1、2、3 做出主要贡献。 （2）项目主持人，负责技术路线、研究方案的整体制定，主要完成了高强箍筋约束高强混凝土结构受力机理和材料-结构一体化设计理论研究，建立了高层建筑混合结构性能化抗震设计方法，开发了高层建筑抗震韧性结构及弹塑性分析模型，指导相关研究成果的工程推广应用。 （3）发表论文 43 篇，授权国家发明专利 6 项、实用新型专利 9 项，出版专著 1 部，主编中国工程建设协会标准《高强箍筋混凝土结构技术规程》（CECS 356: 2013）、陕西省工程建设标准《建筑结构隔震技术规程》（DB 61/T 5020-2022）和《建筑消能减震技术规程》（DB 61/T 5067-2023）等。			

姓 名	辛力	排 名	2
行政职务	院总工程师、首席信息官、结构专业委员会主任		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 1、3 做出主要贡献。 （2）主要完成了高强纵筋混凝土构件的标准化设计，研发了隔震层新型竖向抗拉和水平限位装置，建立了隔震装置设计方法、模拟算法、施工工法、检验检测标准等成套理论技术体系，重点指导成果在西安国家版本馆、延长石油科研中心项目中获得应用。 （3）发表论文 11 篇，授权国家发明专利 3 项、实用新型专利 11 项，出版专著 2 部，主编陕西省工程建设标准《CRB600H 高强钢筋应用技术规程》（DBJ 61/T 173-2020）、《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》（DB 61/T 5101-2024）、国家建筑标准设计图集《橡胶支座钢筋混凝土板式楼梯》（17CG34）等。			

姓 名	王斌	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 2、3 做出主要贡献。 （2）主要完成了带翼缘剪力墙双向水平加载试验及其智能损伤识别与预测模型开发，研发了多类型高效减震装置和自复位分缝剪力墙，完成了减震装置和构件的试验研究和理论分析，提出了简化分析模型和参数设计方法。 （3）发表论文 24 篇，授权国家发明专利 1 项、实用新型专利 4 项。			

姓 名	门进杰	排 名	4
行政职务	土木工程学院副院长		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 1、3 做出主要贡献。 （2）主要完成了高强纵筋混凝土构件受力机理和设计理论研究，建立了高层建筑混凝土结构基于性能的抗震设计方法，研发了自复位耗能支撑等减震装置，提出抗震韧性结构可更换型评价方法。 （3）发表论文 21 篇，授权国家发明专利 1 项，实用新型专利 1 项，作为主要参与人编制标准 2 部。			

姓 名	田建勃	排 名	5
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安理工大学		
完成单位	西安理工大学		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 2 做出主要贡献。 （2）研发了带栓钉钢板纤维增强混凝土连梁，完成了组合连梁及联肢墙的抗震试验、数值模拟和理论分析，建立了组合连梁的受剪承载力模型和计算方法，提出了混合联肢剪力耦联率的合理取值范围和基于延性需求的抗震性能控制方法。 （3）发表论文 16 篇，授权国家发明专利 1 项、实用新型专利 4 项。			

姓 名	杨坤	排 名	6
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 1 做出主要贡献。 （2）主要完成了高强箍筋约束高强混凝土轴心受压破坏机理和本构模型研究，完成了高强箍筋约束混凝土构件的抗震试验、数值模拟和理论分析，建立了高强箍筋约束混凝土构件受剪承载力计算模型，提出了高强箍筋约束高强混凝土柱轴压比和配箍特征值限值。 （3）发表论文 8 篇，授权国家发明专利 2 项、作为主要参与人编制标准 2 部。			

姓 名	荆竞	排 名	7
行政职务	党委委员、副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 3 做出主要贡献。 （2）主要参与了高性能减隔震装置的研发和测试，负责高层建筑高性能混凝土结构的标准 化设计与工程推广应用，重点指导成果在陕西历史博物馆秦汉馆、西安火车站改扩建工程中获 得应用。 （3）授权国家发明专利 1 项、作为主要参与人编制标准 2 部。			

姓 名	骆发江	排 名	8
行政职务	西北分公司总工程师		
技术职称	教授级高级工程师		
工作单位	中建三局集团有限公司		
完成单位	中建三局集团有限公司		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 1、3 做出主要贡献。 （2）主要完成了高强钢筋骨架预制技术和减隔震装置高效施工技术研究，负责高层建筑高性能混凝土结构的标准化建造、信息化管理和数字化运维等产业链技术开发与应用。 （3）授权国家发明专利 3 项、实用新型专利 2 项，省级工法 2 项。			

姓 名	戎翀	排 名	9
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>（1）对创新点 1、3 做出主要贡献。</p> <p>（2）主要完成了约束混凝土约束机理和破坏准则研究，提出了约束混凝土应力-应变关系全曲线和实用本构模型。</p> <p>（3）发表论文 2 篇，授权欧盟发明专利 1 项、出版学术专著 1 部。</p>			

姓 名	史生志	排 名	10
行政职务	总工程师		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中建震安科技工程有限公司		
完成单位	中建震安科技工程有限公司		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 1、3 做出主要贡献。 （2）主要完成了高强钢筋的力学性能指标测试、楼梯间橡胶隔震支座研发与力学性能试验，提出了楼梯隔震支座的设计方法与数值模拟分析方法。 （3）授权国家实用新型专利 1 项，作为主要参与人编制标准 6 部。。			

姓 名	王世斌	排 名	11
行政职务	院总工程师		
技术职称	教授级高级工程师		
工作单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 1、2 做出主要贡献。 （2）主要参与了高性能建筑材料的研发与应用研究，完成了高层建筑高性能混凝土结构的标准化设计及工程应用，主持了多个高层建筑高性能混凝土结构工程项目设计。 （3）授权国家发明专利 1 项，实用新型专利 6 项，主编陕西省工程建设标准《装配式组合连接混凝土剪力墙技术标准》（DB 61/T 5012-2021）、《钢管桁架装配式预应力混凝土叠合板技术标准》（DB 61/T 5071-2023）等。			

姓 名	李守富	排 名	12
行政职务	西北分公司第一分公司总工程师		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中建三局集团有限公司		
完成单位	中建三局集团有限公司		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 1、2 做出主要贡献。 （2）主要完成了烈度区高层建筑高性能混凝土结构的高效建造技术研究和推广应用，完成了多个典型高层建筑高性能混凝土结构示范工程的建设。 （3）发表论文 2 篇，授权国家发明专利 1 项、实用新型专利 3 项、省级工法 3 项。			

姓 名	梁兴文	排 名	13
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 2 做出主要贡献。 （2）主要完成了纤维增强混凝土剪力墙和连梁的试验研究和理论分析，提出了剪力墙和连梁的承载力模型、变形能力计算模型和恢复力模型。 （3）发表论文 94 篇，授权国家发明专利 3 项、实用新型专利 1 项，出版学术专著 1 部。			

姓 名	刘源	排 名	14
行政职务	华夏工程顾问总经理、总法律顾问、首席合规官		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 3 做出主要贡献。 （2）承担了多个减隔震装置的试验和数值分析，协助研究成果的工程推广应用。 （3）参与编制规程 1 部。			

姓 名	康苗	排 名	15
行政职务	西北分公司第一分公司总经理		
技术职称	教授级高级工程师		
工作单位	中建三局集团有限公司		
完成单位	中建三局集团有限公司		
对本项目技术创造性贡献： （1）对创新点 1、3 做出主要贡献。 （2）主要承担了高强度钢筋制品的工业化预制和减隔震装置安装全过程的精准控制技术开发，有效提升了施工效率与质量。 （3）授权国家发明专利 2 项、实用新型专利 1 项。			

八、主要完成单位情况表

单位名称	中国建筑西北设计研究院有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>中国建筑西北设计研究院有限公司以辛力为负责人的科研团队，与西安建筑科技大学、西安理工大学、长安大学、中建三局集团有限公司和中建震安科技工程有限公司开展长期合作，联合开展了高层建筑混凝土结构抗震性能与韧性提升关键技术攻关以及工程推广应用。</p> <p>作为项目牵头单位，中国建筑西北设计研究院有限公司全面主持项目科研攻关和技术推广工作，系统开展了高层建筑高性能混凝土结构的技术、体系和应用创新，完成了高强纵筋混凝土构件的标准化设计，研制了满足不同功能需求的减隔震装置，创建了高层建筑减隔震结构设计与分析平台，为提升高层建筑结构抗震性能和韧性提供了技术保障，促进了成果在重大工程中的实际落地与推广应用。</p> <p>主导编制了陕西省工程建设标准《CRB600H 高强钢筋应用技术规程》(DBJ 61/T 173-2020)、《建筑结构隔震技术规程》(DB 61/T 5020-2022)、《建筑消能减震技术规程》(DB 61/T 5067-2023)等重要地方标准，开发了以发明专利“一种弹簧型抗拉拔复合支座”(ZL202311777304.4)为代表的创新技术，产生了重要的社会效益和经济效益。</p>	

单位名称	西安建筑科技大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>西安建筑科技大学以史庆轩为负责人的科研团队，与中国建筑西北设计研究院有限公司、西安理工大学、长安大学、中建三局集团有限公司和中建震安科技工程有限公司开展长期合作，针对高烈度区高层建筑混凝土结构的受力机理、抗震性能和设计方法等重要科学问题和关键技术进行了长期系统的研究。</p> <p>西安建筑科技大学负责制定了项目的总体研究思路、目标和技术路线，开展了高性能材料、装置、构件和结构体系的试验研究、理论分析和数值模拟，提出了高强钢筋混凝土结构材料-结构一体化设计理论，建立了混凝土剪力墙性能提升技术与方法，创建了高层建筑混凝土结构减隔震及韧性提升关键技术。</p> <p>率先在全国主编了中国工程建设协会标准《高强箍筋混凝土结构技术规程》(CECS 356 :2013)，参与编制了国家标准《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)和《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)，获得了包括专著、国家专利、科研论文等大量研究成果，对高性能高层建筑混凝土结构的推广应用做出了重要贡献。</p>	

单位名称	西安理工大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>西安理工大学作为本项目的主要参与单位，以田建勃为核心的团队主要负责纤维增强混凝土连梁及联肢墙的试验研究、理论分析和数值模拟工作，研发了配置内嵌带栓钉钢板的纤维增强混凝土组合连梁，利用软化拉-压杆模型建立了组合连梁的受剪承载力模型和计算方法；提出了带纤维增强混凝土组合连梁的混合联肢剪力墙结构体系，揭示了该混合联肢剪力墙塑性铰发展规律，量化了耦联率、连梁和墙肢尺寸、楼板作用等参数对联肢墙抗震性能的影响，提出了适合于高烈度抗震设防区混合联肢剪力墙耦联率的合理取值范围，建立了混合联肢剪力墙抗震性能控制方法。获得了包括国家专利、科研论文等大量研究成果，对纤维增强混凝土在高层建筑结构中的应用做出了贡献。</p>	

单位名称	长安大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>长安大学作为本项目的主要参与单位，以杨坤为核心的团队主要负责高强箍筋高强混凝土结构的试验研究、理论分析和数值模拟工作，建立了高强箍筋约束高强混凝土轴心受压破坏准则、应力-应变关系全曲线和实用本构模型，提出了高强钢筋混凝土柱塑性铰长度和压弯承载力计算方法，确定了高强钢筋混凝土柱的轴压比限值及不同抗震等级下柱箍筋加密区的最小配箍特征值。</p> <p>部分技术成果被纳入中国工程建设标准化协会标准《约束混凝土柱组合梁框架结构技术规程》(CECS 347: 2013)和河北省工程建设标准《约束混凝土、混凝土和型钢混合结构设计规程》(DB13(J)/T83-2009)，获得了包括国家专利、科研论文等大量研究成果，对高强箍筋在高层建筑混凝土结构中的推广应用做出了贡献。</p>	

单位名称	中建三局集团有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>中建三局集团有限公司积极参与项目研究成果的应用研究和技术落地，针对高性能建筑材料、不同功能需求的减隔震装置、多类型高性能构件，研发了结构施工成套应用技术，保障了本项目创新技术的工程实现，促进了高性能高层建筑结构的规模化应用。参与编制了陕西省工程建设标准《建筑消能减震技术规程》(DB 61/T 5067-2023)，相关技术成果在数十项高烈度区高层建筑中得到了应用，提升了高烈度区高层建筑的抗震性能和韧性水平，发挥了重要的社会效益和经济效益。</p>	

单位名称	中建震安科技工程有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>中建震安科技工程有限公司积极开展高烈度区重点建筑的减隔震技术和韧性提升技术研究和推广，参与研制了多类型高性能减隔震装置，参与开发了多类型高性能构件，完成了成果的设计研究及工程应用推广。参与编制了陕西省工程建设标准《建筑消能减震技术规程》（DB 61/T 5067-2023），参与开发了以发明专利“一种碟型弹簧防分离隔震支座及防分离方法”（ ZL202411418030.4）为代表的创新技术，在数十项两区八大类建筑中得到了应用，提升了高层建筑混凝土结构的抗震性能和韧性水平。</p>	

完成人合作关系说明

本项目由中国建筑西北设计研究院有限公司、西安建筑科技大学、西安理工大学、长安大学、中建三局集团有限公司、中建震安科技工程有限公司六家单位共同完成，十五位完成人分别为史庆轩、辛力、王斌、门进杰、田建勃、杨坤、荆竞、骆发江、戎翀、史生志、王世斌、李守富、梁兴文、刘源、康苗。主要完成人之间的合作关系如下：

西安建筑科技大学与中国建筑西北设计研究院有限公司有着长期的产学研合作，两单位联合申报并获批了陕西省首批秦创原“科学家+工程师”队伍建设项目“建筑结构减隔震技术应用与创新”（2022KXJ-084），我（西建大）担任该项目首席科学家，辛力（中建西北院）担任首席工程师，我团队的梁兴文、门进杰、王斌、戎翀，辛力团队的史生志、刘源也参与了秦创原项目研究，并基于研究成果共同发表了多篇学术论文。基于我团队和辛力团队在减隔震领域的合作研究基础，西建大和中建西北院共同作为主编单位，编制完成了陕西省工程建设标准《建筑结构隔震技术规程》（DB 61/T 5020-2022）和《建筑消能减震技术规程》（DB 61/T 5067-2023），本项目组的多位成员参与两部标准的起草。此外，中建西北院的荆竞和王世斌将我团队的技术成果应用于多项实际工程，并共同完成了标准化设计和技术转化。

我作为该项目西安建筑科技大学团队的负责人，与长安大学杨坤、西安理工大学田建勃由于师生渊源有着长期的合作关系（二人均系我已毕业的博士研究生），我与杨坤共同完成了高强箍筋约束高强混凝土结构受力机理和设计理论研究，我与田建勃共同完成了高性能组合连梁及联肢墙抗震性能和设计方法研究。

中建三局集团有限公司作为我国高层及超高层建筑结构施工标杆企业，与西安建筑大学和中国建筑西北设计研究院有限公司长期保持密切合作关系，中建三局骆发江、李守富、康苗对我团队和辛力团队研发的多项创新技术完成了施工技术研究和应用推广，形成了“研发-理论-设计-建造”全链条集成化创新成果，并共同编制了陕西省工程建设标准《建筑消能减震技术规程》（DB 61/T 5067-2023）。

中建震安科技工程有限公司作为中国建筑西北设计研究院有限公司控股的子公司，服务于我团队和辛力团队研发的减隔震装置的设计优化和工程应用，史生志作为中建震安的总工程师，对减隔震技术成果的推广应用发挥了重要的作用。

本项目人员排序综合考虑了各成员在试验测试、计算分析、理论与工程技术应用、关键技术问题解决等方面的工作量、投入时间与精力、承担任务的重要性，以及在本项目研究与应用成果中的实际贡献等因素，旨在客观反映每位主要完成人的科研工作业绩。经全体充分协商，最终一致确定排序结果。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/ 项目排名	合作起始 时间	合作完成 时间	合作成果	证明材料
1	共同参与制定 标准	史庆轩/1 辛 力/2 荆 竞/7 骆发江/8 史生志/10 刘源/14	2020.04.01	2023.11.09	陕西省工程建设 标准：建筑消能减 震技术规程	附件
2	共同知识产权	史庆轩/1 王 斌/3	2021.05.18	2024.10.22	国家发明专利：一 种可控耗能摇摆 柱柱脚	附件
3	共同知识产权	史庆轩/1 门进杰/4 田建勃/5	2013.01.29	2015.04.22	国家发明专利：一 种开孔双钢板-混 凝土组合连梁	附件
4	论文合著	史庆轩/1 杨 坤/6	2010.05.01	2013.01.01	论文：高强箍筋约 束高强混凝土本 构模型研究	附件
5	共同知识产权	史庆轩/1 戎 翀/9	2014.01.01	2017.04.12	国家实用新型专 利：约束混凝土组 合柱	附件
6	专著合著	史庆轩/1 梁兴文/13	2012.01.01	2022.10.10	专著：高层建筑结 构设计	附件
7	共同参与制定 标准	辛 力/2 史生志/10 王世斌/11	2019.01.01	2021.03.12	陕西省工程建设 标准：装配式组合 连接混凝土剪力 墙技术标准	附件
8	共同知识产权	骆发江/8 李守富/12 康 苗/15	2022.01.01	2024.10.29	国家发明专利：一 种框架结构钢筋 骨架加工工具及 加工方法	附件