

陕西省科学技术进步奖提名公示材料

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	新型全装配结构系统自适应减震关键技术与应用
主要完成人	樊禹江，熊二刚
主要完成单位	长安大学

二、提名意见（适用于单位提名）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 三等奖
<p>提名意见：</p> <p>研究团队紧密围绕国家“双碳”战略，积极应对行业转型与升级，瞄准装配式结构痛点，研发了新型全装配框架/剪力墙/框架-剪力墙系列结构系统，提出了相应的结构自适应减震理论，显著的提高了全装配结构的抗震性能，并对其在高烈度区的推广与应用提供重要理论依据与核心技术。</p> <p>截至目前，研究团队部分成果授权发明专利 6 项，实用新型专利 2 项；发表 SCI、EI 等检索高水平学术论文 20 余篇；培养能够独立进行全装配结构设计与实施的硕士研究生 10 名；形成有关新型全装配结构系统设计与应用专著 1 部（统稿）。</p> <p>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进步奖提名条件。</p> <p>提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。</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。请在相应栏打“√”进行选择。</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>			

二、提名意见（适用于专家提名）

姓 名						
工作单位						
职称						
学科专业						
专家类型	□国家最高科学技术奖获得者 □中国科学院院士 □中国工程院院士 □xxxx 国家科学技术奖获奖项目第一完成人（需注明获奖等次） □省最高科学技术奖获奖人 □xxxx 年省科学技术奖第一完成人（需注明获奖等次）	提名等级		□一等奖□二等奖□三等奖		
责任专家	<div style="text-align: right;">□是 □否</div>					
提名意见：						

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。项目组与提名专家沟通后，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。请在相应栏打“√”进行选择。

三、项目简介

该项目属于土木建筑工程学科领域。

为实现建筑业的“资源节约、环境保护”，同时积极达成“双碳目标”。课题组在国家自然科学基金、陕西省重点研发项目等的支持下，重点突破了传统装配式结构“等同现浇”的设计理念、克服了典型“水平/竖向连接”在连接处内力传递途径和约束情况不明确等问题。具体离散出预制墙-梁、预制柱单元等；研发了以压电堆为核心元件的摩擦可控转动/滑移连接装置（如图 1 所示）；集成形成一种具有自适应性态控制功能的新型全装配结构系统（如图 2 所示）。

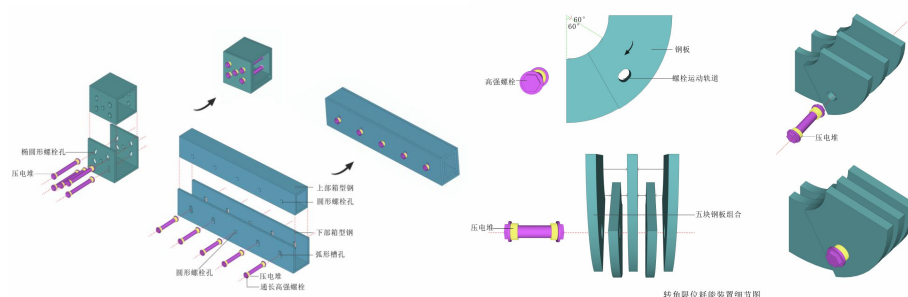


图 1 摩擦可控连接装置

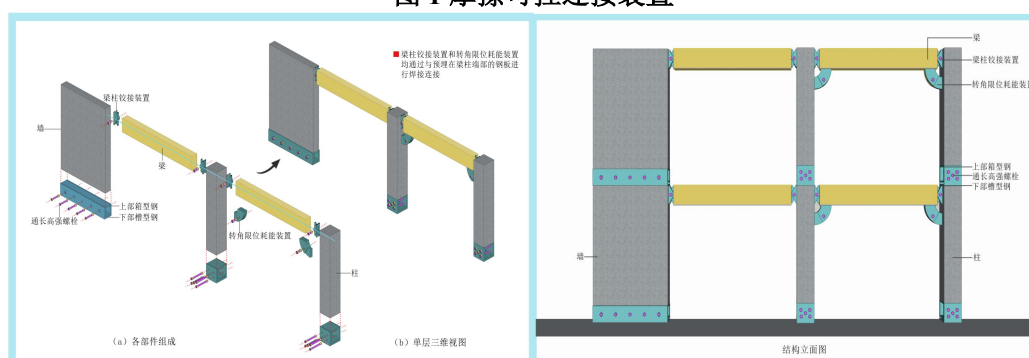


图 2 自适应全装配框-剪结构

课题组研发了一类具有自适应减震功能的新型全装配结构系统，能够实现整体结构中小地震下实时变摩擦抗剪；罕遇地震下，大量消耗地震能量。通过大量的现场试验、有限元模拟与仿真，取得的主要成果包括：（1）研发以压电堆为核心元件的半主动摩擦可控转动/滑移新型连接装置，建立了相应的电压-摩擦力本构模型；（2）通过优化设计将上述连接装置集成于传统结构之中，系统解决了全装配结构变摩擦抗剪与耗能机理、结构整体变形-构件间变形协调-装置合理转动/滑移界限与电压耦合关系；（3）构建了由中央全局调配控制系统-层调配控制系统-新型结构单元控制系统组成的三级结构自适应控制系统；（4）通过模拟地震振动台试验，探讨了自适应全装配结构系统分散减震机理和一般规律，提出相应的地震响应分析理论和优化设计构造方法，建立一体化优化分析和计算模型。

基于上述研究成果，课题组成员共发表相关学术论文（SCI/EI 等检索）20 余篇。授权发明/实用新型专利 6/2 项，转化 1 项。该项研究成果可显著提高装配式结构的抗震性能，并对其在高烈度区的推广与应用提供重要理论依据与核心技术。

四、客观评价

(1) 成果创新性:

上述研究成果将智能材料系统、结构性态控制理论、免疫克隆等智能算法、现代信息采集和处理技术与装配式结构相结合，能够促进全装配结构在高烈度区的推广与应用，同时也能加速传统结构工程概念的更新，这种研究思路和方法均具有一定的创新性，具体而言包括：

- 突破传统装配式结构“等同现浇”的固有范畴，以压电堆为核心元件，研发摩擦可控转动/滑移装置，将其集成于全装配结构之中，形成一种具备自适应减震功能的全装配结构系统。使其既能够满足相关规范要求，具有足够承载能力与明确的协同工作模式，同时在灾变性地震作用下可以大量消耗地震能量。这种研究思路具有较明显的特色和一定的创新。
- 设计了不依赖精确数学模型、鲁棒性高、适应机制强的结构三级自适应性态控制系统，通过实时改变摩擦转动/滑移连接装置摩擦力，从而最终实现全装配结构自适应减震功能。这一方法在土木工程结构控制领域也具有一定的创新。

(2) 应用效益和经济社会价值评价

该成果应用功能强大的压电堆等智能材料设计了一类新型全装配结构系统，并且具有自适应减震功能，从目前所得到试验、理论分析结果等来看，研究成果具有重要的理论意义和学术价值，同时因为能够实现结构系统的完全装配化，响应了国家关于“双碳目标”对于建筑业转型的新需求，因而应用前景也非常广阔。

● 项目结题报告

【支撑材料】附件 2-2

该成果主要由国家自然科学基金“新型装配式剪力墙自适应减震性能研究”（已结题）、陕西省自然科学基金“新型装配式剪力墙结构自适应减震理论与试验研究”（已结题）、陕西省重点研发项目“自适应全装配框-剪结构性态控制研究”（在研）等项目支持完成。该系列项目主要研究完成了新型全装配式结构体系抗震性能试验与自适应理论分析；特别是该新型结构体系自适应系统的设计、预制各构件的协同工作与破坏机理、相应三级自适应性态控制理论等。

● 同行评价（专家评议表）

【支撑材料】其他附件 1-1；1-2；1-3；1-4

（1）西安建筑科技大学土木工程学院徐亚洲教授认为，课题组所提出的新型全装配自适应结构系统是将智能材料与工程结构相结合的有益探索，这无疑加速了传统工程结构概念的更新，同时也具有重要的理论意义与应用价值。

（2）西安西北民航项目管理有限公司杨新龙高级工程师认为，课题组所提出的新型全装配自适应结构系统能够很好的弥补《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014 中关于框-剪结构半装配的空白；同时加快行业转型，加速传统建筑的产业升级。

（3）中国建筑第三工程局有限公司黄发晶高级工程师认为，课题组所研发的新型全装配自适应结构系统装配方法简便、可靠；施工精度易于控制；施工效率较高；其成套技术能够积极促进全装配结构在我国高烈度区的推广与应用。

（4）中建三局第一建设有限责任公司胡正坤高级工程师认为，课题组所研发的新型全装配自适应结构系统适应我国大力发展装配式结构的需求，能够很好的补充现有技术手段的不足。

● 科技奖励

【支撑材料】其他附件 2-1

2025 年 7 月，该成果获得陕西省教育厅颁发的陕西高等学校科学技术研究优秀成果二等奖（排名 1/2）。

五、应用情况

1. 应用情况

【支撑材料】附件 2-1；其他附件 1-1——1-4

该成果目前主要应用于陕西靖边通用机场（无人机试验测试中心）项目 2#综合保障楼项目和南山区高新公寓棚户区改造项目之中。项目负责人均认为该项技术成果在实际应用中表现出了良好的抗震性能与施工的便宜性，具有较好的经济价值和社会效益。

表 1 主要单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	
1	西安西北民航项目管理有限公司	新型全装配结构系统	陕西靖边通用机场（无人机试验测试中心）项目 2#综合保障楼	2021.01-2022.12	
2	中建三局第一建设工程有限责任公司	新型全装配结构系统	南山区高新公寓棚户区改造项目	2021.01-2022.10	

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	一种装配式框架剪力墙智能减震结构	中国	ZL 2020 1 0038964.0	2021 年 05 月 18 日	4433053	长安大学	樊禹江；王亚超；赵鹏程；郭子强；熊二刚；陈恒丰；官孙权
2	发明专利	一种装配式框架智能减震结构	中国	ZL 2020 1 0038135.2	2021 年 05 月 18 日	4433052	长安大学	樊禹江；余滨杉；王亚超；郭子强；赵鹏程；巩忠文；涂蕊
3	发明专利	一种带有自复位功能的新型装配式复合剪力墙结构	中国	ZL 2019 1 0515722.3	2024 年 09 月 24 日	7400311	长安大学	樊禹江；余滨杉；赵言军；王婧；徐涵；谭赐；孙克清；熊二刚
4	发明专利	一种装配式再生混凝土复合剪力墙结构	中国	ZL 2019 1 0515305.9	2024 年 08 月 23 日	7318843	长安大学	樊禹江；赵言军；孙克清；熊二刚；王婧；徐涵；谭赐；余滨杉
5	发明专利	一种具有可恢复功能的梁柱节点位移放大减震装置	中国	ZL 2019 1 1097158.4	2021 年 02 月 19 日	4261634	长安大学	樊禹江；赵鹏程；雷皓名；郭子强；官孙权；熊二刚；张雨阳
6	实用新型专利	一种装配式复合剪力墙	中国	ZL 2019 2 0901412.0	2020 年 04 月 21 日	10341732	长安大学	樊禹江；赵言军；余滨杉；谭赐；王婧；徐涵；孙克清；熊二刚
7	实用新型专利	一种装配式再生混凝土复合剪力墙	中国	ZL 2019 2 0901431.3	2020 年 05 月 12 日	10483047	长安大学	樊禹江；熊二刚；赵言军；徐涵；孙克清；王婧；谭赐；余滨杉
8	论文	Research on the resilience model of a	中国	2023 (55) 2060-2067	2023 年 9 月 1 日	Structures	长安大	Fan yujiang; Chen yuxi;

		new prefabricated shear wall structure					学	Xu jinbao; Li huanfang; Ding jiaxiong
9	论文	新型装配式剪力墙抗震性能试验	中国	2023, 55 (5) 78-87	2023 年 5 月 15 日	哈尔滨工业大学学报	长安大学	樊禹江; 葛俊; 艾斌平; 熊二刚; 王社良
10	论文	Experimental study on performance of Ti-Ni shape memory alloy composite suspension damping system	中国	2022(346)128377	2022 年 9 月 5 日	Construction and Building Materials	长安大学	Fan yujiang; Ding jiaxiong; Liao kai; Huang huanhuan; Xiong ergang

七、主要完成人情况表

姓 名	樊禹江	排 名	1
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		

对本项目主要学术贡献：

为该成果主要完成人，统筹协调保证系列课题按计划圆满完成。在项目实施过程之中，首先突破了传统装配式结构“等同现浇”的设计理念，研发了以压电堆为核心元件的一类具有自适应减震功能的新型全装配结构系统，对创新点（1）、（2）、（3）均有重要贡献。具体完成内容如下：1、作为主要发明人研发了系列新型全装配结构系统（框架/剪力墙/框架-剪力墙）（附件 1、2、3）2、作为主要发明人研发了一种具有可恢复功能的梁柱节点位移放大减震装置（其他附件 2-3）3、发表相关学术论文 20 余篇，授权发明专利/实用新型专利 6/2 项（其他附件 2-1——2-14）。

姓 名	熊二刚	排 名	2
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		

对本项目主要学术贡献：

为该成果主要完成人，在项目实施过程之中，协助研发了新型全装配结构系统，重点针对新型全装配结构系统有限元仿真和现场试验做出了大量工作。因而对创新点（1）、（2）、（3）均有重要贡献。具体完成内容如下：1、作为发明人研发了系列新型全装配结构系统（框架/剪力墙/框架-剪力墙）（附件 1、3）2、作为发明人研发一种具有可恢复功能的梁柱节点位移放大减震装置 3、发表相关学术论文 10 余篇。

八、主要完成单位情况表

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>长安大学所属的道路结构与材料教育部/交通部重点实验室、力学实验室、金属物理实验室、建筑工程实验室和建筑结构与抗震实验室等为本成果的顺利获得，提供了多种先进的实验设备，如三套大型电液伺服拟动力/伪静力加载试验系统、MTS 三维六自由度模拟地震振动台试验系统、TDS-602 静态数据采集仪、TDS-530 动态数据采集仪和比利时 LMS 公司的动态数据采集分析系统等。这些试验设备均可以实现试验全过程的自动化信息采集、储存与处理，保证了与本成果相关研究项目顺利实施。</p>	

九、完成人合作关系说明

由成果完成人樊禹江、熊二刚及相关研究生（硕、博）共同组建了“新型全装配结构体系自适应减震关键技术与应用”研发团队，长期从事结构抗震、减震技术的研发与理论研究，特别是在新型智能材料在结构振动控制中的应用领域具有较好的长期积累。

完成人樊禹江来自长安大学，为该成果负责人，统筹协调保证课题按计划圆满完成。具体完成内容如下：(1)创新的提出了新型全装配结构体系，授权相关发明专利 6 项，实用新型 2 项；(2)新型全装配结构系统抗震性能试验与控制仿真等；(3)揭示了新型自适应全装配结构系统性态控制机理；(4)建立了结构地震响应分析理论和力电模型。(5)发表相关研究论文二十余篇。完成人熊二刚来自长安大学，为本成果重要完成人，对项目中所设计的新型全装配结构体系做出了重要贡献。具体完成内容如下：(1)负责新型全装配结构体系现场试验；(2)完成了新型全装配结构体系精细化有限元模型的建立；(3)针对高度非线性的边界接触耦合变摩擦的连接装置耗能模拟做出了重大突破。(4) 参与相关发明专利 5 项，实用新型 2 项；发表相关研究论文十余篇。

第一完成人签名：樊禹江

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	共同知识产权	樊禹江 (1)、熊二刚 (2)	2019.01	2024.12	一种装配式 框架剪力墙 智能减震结构	附件 1-1
2	共同知识产权	樊禹江 (1)、熊二刚 (2)	2019.01	2024.12	一种带有自 复位功能的 新型装配式 复合剪力墙 结构	附件 1-3
3	共同知识产权	樊禹江 (1)、熊二刚 (2)	2019.01	2024.12	一种装配式 再生混凝土 复合剪力墙 结构	其他附件 2-2
4	共同知识产权	樊禹江 (1)、熊二刚 (2)	2019.01	2024.12	一种具有可 恢复功能的 梁柱节点位 移放大减震 装置	其他附件 2-3
5	共同知识产权	樊禹江 (1)、熊二刚 (2)	2019.01	2024.12	一种高性能 再生阻尼骨 料混凝土及 其制备方法	未列入附件
6	共同知识产权	樊禹江 (1)、熊二刚 (2)	2019.01	2024.12	一种装配式 再生混凝土 复合剪力墙	其他附件 2-4
7	共同知识产权	樊禹江 (1)、熊二刚 (2)	2019.01	2024.12	一种装配式 复合剪力墙	其他附件 2-5
8	论文合著	樊禹江 (1)、熊二刚 (2)	2019.01	2024.12	新型装配式 剪力墙抗震 性能试验	其他附件 2-6
9	论文合著	樊禹江 (1)、熊二刚 (2)	2019.01	2024.12	Experimental study on performance of Ti-Ni shape memory alloy composite updates	其他附件 2-7

					suspension damping system	
10	论文 合著	樊禹江 (1)、熊 二刚 (2)	2019.01	2024.12	新型装配式 剪力墙摩擦 抗剪机理	未列入附件

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 **樊禹江**