

一、项目名称

箱板装配式钢结构建筑绿色建造关键技术及其多元融合破坏预警方法

二、申报奖种及等级

山东省科学技术进步奖 二等奖

三、推荐单位及推荐意见

推荐者：青岛理工大学

推荐意见：

我单位认真审阅了提名书材料，确认提名材料真实有效，完成人及完成单位排序无异议，相关栏目符合填写要求。

该项目紧跟大力发展装配式钢结构建筑的国家战略，针对建筑工业化和绿色转型升级的行业发展需求，获得国家重点研发计划、国家自然科学基金与企业项目支持，历时 11 年解决了箱板装配式钢结构建筑设计、建造、安全监控成套关键技术，创建了箱板装配式钢结构建筑标准化设计和性能评价体系，发明了箱板装配式钢结构建筑构件制造、运输和装配化施工技术，研发了箱板装配式钢结构建筑时变预测的多元感知协同融合预警方法。项目授权发明专利 62 件、实用新型专利 191 件、软件著作权 32 项，主编行业/团体标准 5 部，参编团体标准 12 部、山东省建筑标准设计图集 3 本，获批国家和省级工法 23 项，出版学术著作 5 部、译著 2 部，发表 SCI/EI 论文 73 篇。项目技术在 50 多家企业推广应用，经济与社会效益显著。

提名该项目为 2023 年度山东省科学技术进步奖二等奖。

四、项目简介

发展装配式钢结构建筑是国家战略，是实现我国建筑业绿色工业化转型的必经之路。项目在国家重点研发计划、国家自然科学基金与住房和城乡建设部研究开发项目支持下，经过 11 年系统研究和工程实践，研发了箱板装配式钢结构建筑设计、建造、安全监控成套关键技术，主要取得三方面创新成果：

(1) 创建了箱板装配式钢结构建筑标准化设计和性能评价体系，阐明了箱板装配式钢结构建筑破坏机理，建立了完整的包含抗震、防腐、抗火、隔声、舒适度的箱板装配式钢结构建筑全专业设计方法。

(2) 开发了箱板装配式钢结构建筑部品部件模块化生产及集成工艺，发明了箱板装配式钢结构构件焊接残余应力消减技术，研发了箱板钢结构现场自动化定位与焊接机器人快速装配技术。

(3) 采用“极点对称模态分解方法”解析箱板装配式钢结构建筑监测数据的非线性特征，创建了箱板装配式钢结构建筑时变预测的多元融合预警体系，实现了建筑安全状态的智能评价和分级预警。

项目授权发明专利 62 件、实用新型专利 191 件、软件著作权 32 项，主编行业/团体标准 5 部，参编团体标准 12 部、山东省建筑标准设计图集 3 本，获批国家和省级工法 23 项，出版学术著作 5 部、译著 2 部，发表 SCI/EI 论文 73 篇。项目技术在 50 多家企业、100 多个工程中推广应用，极大推动了装配式建筑技术发展。

五、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
发明专利	多物理场监测数据协同融合的工程灾害预警方法及系统	中国	ZL202210676871.X	2022.09.02	5422911	青岛理工大学	张黎明, 刘中原, 丛宇, 王肖珊, 王在泉, 陈凡秀, 曹金凤	有效	是	是
发明专利	装配式箱板钢结构多高层结构体系及施工方法	中国	ZL202010399859.X	2020.12.29	4178280	中国船舶重工集团国际工程有限公司, 中冶建筑研究总院有限公司, 中国农业大学, 西安建筑科技大学, 北京工业大学, 北京市建筑设计研究院有限公司, 中国建筑设计研究院有限公司, 中国船舶重工集团有限公司	兰涛, 常好诵, 剧锦三, 门进杰, 傅彦青, 秦广冲, 李然, 姜子钦, 秦凯, 赵钿	有效	否	否
发明专利	装配式箱板钢结构防腐建筑体系及施工方法	中国	ZL202110370652.4	2021.06.22	4499451	中国船舶重工集团国际工程有限公司, 中冶建筑研究总院有限公司, 西安建筑科技大学	兰涛, 秦广冲, 傅彦青, 李然, 门进杰, 樊冠磊	有效	否	否
发明专利	Fault Monitoring System and Method for Mine shaft	卢森堡	LU102524	2021.4.27	LU102524	青岛理工大学	张黎明, 丛宇, 王在泉	有效	是	是

发明专利	钢结构快插连接节点组件及其安装工艺	中国	ZL202210627518.2	2022.08.26	5412888	中国船舶重工集团国际工程有限公司, 西安建筑科技大学, 青岛理工大学	秦广冲, 王帅, 张黎明, 兰涛, 门进杰, 李然, 薛辰, 高睿祥, 钟鑫	有效	是	是
发明专利	一种用于薄钢板焊接的焊接平台及其使用方法	中国	ZL20221171335.0	2022.09.02	5665577	中国船舶重工集团国际工程有限公司, 西安建筑科技大学, 青岛理工大学	兰涛, 高睿祥, 张黎明, 李然, 秦广冲, 薛辰, 李泽旭, 刘鑫, 门进杰	有效	是	是
发明专利	一种高层建筑隔震减震装置	中国	ZL202110830185.9	2022.09.06	5434692	青岛理工大学, 青岛腾远设计事务所有限公司	王磊, 孙林娜	有效	否	是
发明专利	一种墙板的防震连接装置	中国	ZL20211005662.X	2021.04.16	4366701	青岛腾远设计事务所有限公司	王磊, 孙绍东	有效	否	否
发明专利	一种柱脚尺寸可调节的建筑结构墙柱脚快速连接装置	中国	ZL202111245131.2	2022.10.18	5517451	青岛海川建设集团有限公司	吴攀	有效	否	否
发明专利	装配式预应力抑制屈曲短肢箱形薄钢板剪力墙结构及施工方法	中国	ZL20210390571.6	2022.08.04	3919803	中国船舶重工集团国际工程有限公司, 西安建筑科技大学, 中冶建筑研究总院有限公司, 北京工业大学	秦广冲, 兰涛, 门进杰, 李然, 傅彦青, 姜子钦	有效	否	否

六、主要完成人情况表

1. 姓名：张黎明；国籍：中国；排名：1/10；技术职称：教授；行政职务：无；工作单位：青岛理工大学；二级单位：土木工程学院；完成单位：青岛理工大学；参加本项目的起止时间：2010年1月-2022年12月；具体贡献：提出了总体思路、技术路线和开发方案，参与技术开发与技术推广；提出箱板装配式钢结构建筑体系理念，参与搭建了箱板装配式钢结构部件标准化制作工艺流程，开发了多元数据协同融合预警方法；曾获奖励情况：2021年度青岛市科学技术进步二等奖（第一位），2010年度山东省科学技术进步二等奖（第三位）。

2. 姓名：兰涛；国籍：中国；排名：2/10；技术职称：研究员；行政职务：副总经理/总工程师；工作单位：中国船舶重工集团国际工程有限公司；二级单位：综合管理部；完成单位：中国船舶重工集团国际工程有限公司；参加本项目的起止时间：2010年1月-2022年12月；具体贡献：揭示了箱板装配式钢结构建筑受力传递路径和破坏机理，提出有效消减残余变形的构件焊接工法；曾获奖励情况：2021年度中国钢结构协会科学技术一等奖（第一位），2021年度中国钢结构协会科学技术特等奖（第七位），2020年度中国钢结构协会创新人才奖（第一位）。

3. 姓名：王磊；国籍：中国；排名：3/10；技术职称：高级工程师；行政职务：副总工程师/装配式建筑研究所所长；工作单位：青岛腾远设计事务所有限公司；二级单位：装配式建筑研究所；完成单位：青岛腾远设计事务所有限公司；参加本项目的起止时间：2011

年 5 月-2022 年 12 月；具体贡献：提出了箱板装配式钢结构建筑体系整体抗震性能设计参数，参与箱板装配式钢结构模块单元产品的标准化设计；曾获奖励情况：2020 年度青岛市科学技术进步二等奖（第三位）。

4. 姓名：门进杰；国籍：中国；排名：4/10；技术职称：教授；行政职务：土木工程学院副院长；工作单位：西安建筑科技大学；二级单位：土木工程学院；完成单位：西安建筑科技大学；参加本项目的起止时间：2010 年 1 月-2022 年 12 月；具体贡献：建立了底部加强区抗剪承载力计算公式，参与箱板装配式钢结构模块单元产品标准化设计；曾获奖励情况：2021 年度中国钢结构协会科学技术一等奖（第六位），2015 年霍英东教育基金会第十四届高等院校青年教师三等奖（第一位），2013 年度陕西省科学技术进步三等奖（第二位）。

5. 姓名：傅彦青；国籍：中国；排名：5/10；技术职称：正高级工程师；行政职务：国家钢结构质量检验检测中心焊接检测部主任；工作单位：中冶建筑研究总院有限公司；二级单位：焊接检测部；完成单位：中冶建筑研究总院有限公司；参加本项目的起止时间：2013 年 1 月-2022 年 12 月；具体贡献：参与研发箱板装配式钢结构建筑体系，参与研发箱板装配式钢结构建筑的防腐方法，参与研究消减残余变形的构件焊接技术；曾获奖励情况：2021 年度中国钢结构协会科学技术一等奖（第二位），2021 年度中国钢结构协会科学技术特等奖（第五位）。

6. 姓名：吴攀；国籍：中国；排名：6/10；技术职称：高级工

程师；职务：副总工程师；工作单位：青岛海川建设集团有限公司；二级单位：总工室；完成单位：青岛海川建设集团有限公司；参加本项目的起止时间：2010年1月-2022年12月；具体贡献：参与搭建了箱板装配式钢结构部件施工快速装配流程；曾获奖励情况：2021年度青岛市科学技术进步二等奖（第三位）。

7. 姓名：李建英；国籍：中国；排名：7/10；技术职称：高级工程师，行政职务：商务总监；工作单位：青岛海川建设集团有限公司；二级单位：商务中心；完成单位：青岛海川建设集团有限公司；参加本项目的起止时间：2010年1月-2022年12月；具体贡献：负责降低箱板装配式钢结构建筑体系的无效损耗，节约建设施工成本；曾获奖励情况：2021年度青岛市科学技术进步二等奖（第五位）。

8. 姓名：秦广冲；国籍：中国；排名：8/10；技术职称：高级工程师；行政职务：综合二院院长助理；工作单位：中国船舶重工集团国际工程有限公司；二级单位：综合二院；完成单位：中国船舶重工集团国际工程有限公司；参加本项目的起止时间：2018年2月-2022年12月；具体贡献：建立了加钢格板组合钢板墙空间模块单元抗侧承载力计算公式，参与箱板装配式钢结构模块单元产品的标准化设计；曾获奖励情况：2021年度中国钢结构协会科学技术一等奖（第五位）。

9. 姓名：李然；国籍：中国；排名：9/10；技术职称：高级工程师；行政职务：综合二院研发主管；工作单位：中国船舶重工集团国际工程有限公司；二级单位：综合二院；完成单位：中国船舶重工

集团国际工程有限公司；参加本项目的起止时间：2019年8月-2022年12月；具体贡献：建立了考虑焊接效应的空间单元抗剪承载力修正计算公式，参与箱板装配式钢结构模块单元产品的标准化设计；曾获奖励情况：2021年度中国钢结构协会科学技术一等奖（第三位）。

10. 姓名：王在泉；国籍：中国；排名：10/10；技术职称：教授；行政职务：副校长；工作单位：青岛理工大学；二级单位：土木工程学院；完成单位：青岛理工大学；参加本项目的起止时间：2010年1月-2022年12月；具体贡献：参与建立了多元数据协同融合预警体系；曾获奖励情况：山东省科学技术进步2等奖，山东省科学技术进步3等奖。2021年度青岛市科学技术进步二等奖（第九位），2010年度山东省科学技术进步二等奖（第一位）。

七、主要完成单位情况表

1. 青岛理工大学：负责本项目总体规划，提出总体研究目标，技术方案和实施方案；提出箱板装配式钢结构建筑体系理念，融合设计、生产、集成、装配、安全监控等关键手段，实现钢结构建筑的提质增效和可持续发展；厘清了箱板装配式钢结构构件的制作精度控制要点，参与研发了箱板装配式钢结构的构件制作、变形矫正、分段装车等技术方法；采用“极点对称模态分解方法”解析箱板装配式钢结构建筑随机监测数据的非线性特征，有效表征监测数据的非平稳性变化趋势；创建了多元数据融合的箱板装配式钢结构建筑破坏综合评判预警体系，实现了箱板装配式钢结构建筑破坏的智能预测。

2. 中国船舶重工集团国际工程有限公司：揭示了箱板装配式钢

结构建筑的受力传递路径和破坏机理，建立了加钢格板组合钢板墙空间模块单元抗侧承载力公式和考虑焊接效应的空间单元抗剪承载力修正公式；发明了消减残余变形的构件焊接工法，研发了箱板装配式钢结构模块单元产品的标准化设计模块。

3. 青岛海川建设集团有限公司：研发了箱板装配式钢结构建筑结构构件施工快速装配技术，发明了箱板装配式钢结构构件变形矫正，分段装车技术，构建了箱板装配式钢结构建筑施工 BIM 模型；优化施工工序，降低箱板装配式钢结构建筑体系的无效损耗，节约建设施工成本。

4. 青岛腾远设计事务所有限公司：揭示了箱板装配式钢结构建筑体系整体，底部加强区和空间模块单元的抗震性能，建立箱板装配式钢结构建筑体系的抗震性能设计方法，参与箱板装配式钢结构模块单元产品标准化设计。

5. 中冶建筑研究总院有限公司：参与研发箱板装配式钢结构建筑体系与施工工法，参与开发箱板装配式钢结构建筑的防腐技术，参与研发消减残余变形的构件焊接技术。

6. 西安建筑科技大学：参与箱板钢结构中的加劲钢板墙的试验研究和有限元模拟分析工作，揭示了箱板钢结构中加劲钢板墙的受力机理和破坏模式；明确了钢板墙模块单元的整体破坏机理，提出了增强抗震性能的构造措施；研究了整体钢板墙结构的刚度以及破坏模式，提出了提高箱板式钢结构底部加强区加劲钢板墙的构造措施。