

陕西省科学技术进步奖提名书

(2026年度)

一、项目基本情况

项目名称	逆变电源综合性能提升与多机协调自治控制理论、技术及应用
主要完成人	刘进军, 刘 增, 张 岩, 周洪伟, 李春龙, 安荣汇, 刘自鹏, 甘韦韦, 林镇煌, 雷万钧, 刘永奎, 马超群, 司军民, 王施珂, 赵金鹏
主要完成单位	西安交通大学 特变电工西安电气科技有限公司 西安爱科赛博电气股份有限公司 株洲中车时代电气股份有限公司 厦门科华数能科技有限公司 西安奇点能源股份有限公司 易事特储能科技有限公司 西安中车永电捷通电气有限公司 华润风电(海原)有限公司

二、提名意见（适用于部门、机构提名）

提 名 者	陕西省知识产权局	提名等级	☒ 一等奖 ☐ 二等奖及以上 ☐ 三等奖及以上
提名意见： 逆变电源及其多机并联系统广泛用于可再生能源发电、数据中心和工业园区等重要用户供电、交流电能装置测试、轨道交通车载供电等领域，原有技术在单机性能和多机协调等方面存在的瓶颈有待突破。 本成果提出了逆变电源有源阻尼通用构造、多机并联系统功率电压同步协调的自治控制等理论，发明了单机性能提升与振荡抑制、多机系统自治实现功率电压精确控制与快速平滑并离网切换的关键技术，应用于系列化高性能新能源/储能/微电网逆变电源、交流测试电源及轨道交通车载逆变电源等产品开发。 多篇论文获评学科最顶级国际期刊年度最佳论文或入选高被引论文，引领了技术方向；核心成果获一级学会科技进步特等奖，得到业界高度认可；技术被十余家企业采用，产品批量应用于上述领域及有关重大工程，效益显著。 说明：省科学技术奖一、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。“仅提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖及以上”的评审落选项目不再降格参评三等奖。提名项目正式提交后，提名等级建议本年度不得变更。			

二、提名意见（适用于专家提名）

姓 名			
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 ☐ 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（或 xxxx 年省科学技术最高成就奖、xxxx 年基础研究重大贡献奖获奖人） ☐ 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 ☐ 二等奖及以上 ☐ 三等奖及以上
责任专家	☐ 是 ☐ 否		
提名意见： 说明：省科学技术奖一、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。“仅提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖及以上”的评审落选项目不再降格参评三等奖。提名项目正式提交后，提名等级建议本年度不得变更。			

三、项目简介

(限 2 页)

本项目属电气工程学科领域。逆变电源及其多机并联系统广泛用于可再生能源发电、数据中心和工业园区等重要用户供电、交流电能装置测试、轨道交通车载供电等领域，其中单机综合性能及多机协调对于系统安全可靠运行至关重要。已有技术在单机稳态动态性能及稳定性提升、多机系统母线电压质量及功率分配精确控制、与外部电网间无缝切换等问题上一直存在关键难点。本项目针对这些难点，在国家自然科学基金重点项目及科技部 973 计划课题等项目的支持下，进行了十余年系统研究，主要研究内容如下。

1. 在逆变电源单机综合性能提升方面，提出了可在线重构的模块化拓扑及控制架构，结合优化调制策略，显著提升了逆变电源在宽频和宽输出/可变输出范围下的精度和运行效率，并突破了已有技术中逆变电源输出频带宽度对装置功率密度的限制；提出了带有源负载的逆变电源稳定性分析简化判据，建立了提升逆变电源稳定性的有源阻尼通用构造理论，提出了相应的稳定性分析方法和不依赖额外电流传感器的有源阻尼方法与技术，突破了已有稳定性分析与控制技术实现过程复杂、成本过高的难点；揭示出逆变电源两控制通道之间耦合特性的规律，分别提出了应用于电流受控型及电压受控型逆变电源的相应解耦控制方法，突破了传统方法控制通道耦合而导致动态性能恶化的局限。

2. 在逆变电源多机协调控制方面，揭示了下垂控制和虚拟同步机控制两类典型自治控制基本架构的内在联系，提出了广义下垂控制结构及其参数设计方法，突破了上述两类控制方法无法同时兼顾联网功率响应特性和孤岛惯量支撑能力的局限性；揭示了基波频率动态特性对逆变电源整体稳定性的影响规律，提出了相应的多机自治控制系统稳定性分析方法与判据，突破了原有方法分析多机系统不准确的局限；提出了基于各逆变电源小幅度交流电压注入实现多机控制参量同步的自治控制方法，进而发明了同时兼顾频率和母线电压高精度控制及无功、不平衡和谐波功率精确分配的免通讯自治控制技术，突破了原有技术母线电压质量和功率分配精度无

法兼顾或完全依赖通讯及配电网络信息获取的局限性。

3. 在逆变电源与外部电网协调控制方面,提出了逆变电源并网电流和离网电压统一控制方法,以控制器工作区域自然切换取代控制模式强行切换,从根本上消除了传统方法因控制模式切换导致的负载电压畸变;在此基础上进一步引入输出电压-并网电流下垂控制,实现了逆变电源多机并联系统的并、离网平滑快速切换,突破了原有方法和技术切换过程电压电流冲击大、可靠性低的局限;进而发明了基于柔性切换变流器的逆变电源多机系统与外部电网切换的协调控制架构,克服了传统多机系统并网预同步控制对通信的依赖,从而实现了多机系统的全自治控制。

4. 基于上述理论和技术,针对相关应用领域的具体需求,开发了系列化高性能新能源/储能/微电网逆变电源、交流测试电源及轨道交通车载逆变电源及其多机并联系统产品,通过国家权威机构检测,实现了规模化生产与广泛应用。

本项目获授权发明专利 37 项(包括 4 项欧美专利),发表国际国内期刊论文 76 篇,其中电力电子领域首要国际期刊 IEEE 电力电子学报论文 37 篇。2 篇论文获得 IEEE 电力电子学报年度最佳论文奖,2 篇论文入选 ESI 高被引论文,5 篇论文入选 IEEE Xplore 热点论文。国际期刊论文被他引 2473 次,中文期刊论文被他引 1336 次。获邀在 IEEE 系列国际会议上做特邀大会报告 20 次,IEEE 系列国际会议技术讲座和境外国际知名大学讲学 21 次。本项目核心成果获中国电源学会科技进步特等奖 1 项。本项目技术应用于 10 余家企业,开发的系列产品核心性能超越现有产品,新增产值 118 亿元,应用于相关领域及重大工程,经济和社会效益显著,推动了逆变电源及其多机系统的研究和技术进步。

四、客观评价

（限 2 页。围绕创新性、应用效益和经济社会价值进行客观、真实、准确评价。填写的评价意见要有客观依据，主要包括与国内外相关技术的比较，国家相关部门正式作出的技术检测报告、验收意见、鉴定结论，国内外重要科技奖励，国内外同行在重要学术刊物、学术专著和重要国际学术会议公开发表的学术性评价意见等，可在附件中提供证明材料。非公开资料（如私人信函等）不能作为评价依据。）

1 论文发表及发明专利授权

本项目研究成果共发表期刊论文 76 篇，其中 SCI 论文 49 篇（37 篇都发表在电力电子技术领域首要国际期刊《IEEE Transactions on Power Electronics》），授权国家发明专利 33 项、美国专利 2 项、欧盟专利 2 项。

2 对应重点项目专家组验收意见

国家自然科学基金重点项目验收意见为：“…初步形成了多变流器电能系统稳定性分析与设计的基本理论框架”。专家组给该项目结题评分为优。

由王成山院士牵头的验收专家组给出的 973 项目课题验收意见为：“课题的研究成果对微网电源变流器及其并网与协调控制方法的理论研究和技术开发及应用起到了重要推动作用，在国际上也产生了重要影响”。专家组给该课题结题评分为优。

3 论文引用情况

相关期刊论文他引合计 3809 次，其中 2 篇论文入选 ESI 高被引论文。

4 同行评价

1) 创新点 1 客观评价举例

逆变电源领域著名专家、IEEE Fellow、德国基尔大学 Marco Liserre 教授认为所提出的简化稳定性判据通过采用端口阻抗矩阵范数定义稳定裕量，有效解决了传统基于奈奎斯特判据的方法无法进行多变流器系统稳定性设计的问题。

逆变电源领域著名专家、IEEE Fellow、长江学者、南京航空航天大学阮新波教授评价所研究的稳定性控制及设计方法不仅致稳效果显著而且实现简便。

2) 创新点 2 客观评价举例

逆变电源多机系统领域著名专家、IEEE Fellow、美国工程院院士、美国伊利诺伊理工大学 Mohammad Shahidehpour 教授认为所提出的广义下垂控制方法在对下垂控制和虚拟同步机各方面动态性能进行对比的基础上通过参数设计能有效兼顾阻尼和惯量性能，解决了现有方法无法同时兼顾各方面动态特性的难题。

逆变电源多机系统领域著名专家、IEEE Fellow、丹麦奥尔堡大学 Josep M. Guerrero 教授评价所提出的基于小幅度交流电压注入的不平衡谐波功率分配控制方法解决了已有方法依赖线路阻抗准确信息的难题。

3) 创新点 3 客观评价举例

逆变电源系统与控制领域著名专家、IEEE Fellow、美国田纳西大学 CURENT 研究中心 Leon M. Tolbert 教授认为所提出的自治控制多变流器电能系统的稳定性分析方法所引入的端口特性能准确描述变流器基波频率动态，解决了传统阻抗方法无法用于构网控制多变流器系统稳定性分析的难题。

逆变电源系统与控制领域著名专家、IEEE Fellow、电力电子与能量管理教育部重点实验室主任、华中科技大学康勇教授评价所提出的并离网切换方法因无需切换控制结构，进而实现了运行模式无缝平滑切换。

5 获奖情况

项目成果获优秀论文奖 8 次，其中学科首要国际期刊 IEEE 电力电子学报优秀论文奖（IEEE Transactions on Power Electronics Prize Paper Award）2 次，IEEE 国际学术会议优秀论文奖 2 次。项目核心成果获一级学会（中国电源学会）科技进步特等奖 1 项。

项目完成人刘进军教授因在逆变电源电能系统建模与控制领域的贡献而于 2019 年获评 IEEE 会士。

6 获邀大会报告和技术讲座

项目成果获邀在 IEEE 系列国际会议上做特邀大会报告 20 次，IEEE 系列国际会议技术讲座和境外国际知名大学讲学 21 次。

五、应用情况

1. 应用情况（限 2 页）

本项目成果已转让特变电工西安电气科技有限公司、西安爱科赛博电气股份有限公司、西安中车永电捷通电气有限公司、厦门科华数能科技有限公司、株洲中车时代电气股份有限公司、易事特储能科技有限公司、西安奇点能源股份有限公司等 10 余家企业。主要生产厂家如下表所示，所开发的系列产品核心性能超越现有产品，已在国内及国际相关领域的数十家企业得到应用，包括电网侧储能电站、海岛微电网及国内多条地铁线路等重大工程，并出口多个“一带一路”沿线国家。

应用结果证明，本项目开发的逆变电源及其多机并联产品具有稳态精度高、动态响应快、适应性强、可靠性高等一系列优点，有力推进了技术进步。

表 1 主要应用单位情况表

序号	用户名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	特变电工西安电气科技有限公司	逆变电源单机综合性能提升技术	光伏逆变电源，20000 余台(套)	201901-202512	周洪伟 /13679117196
2	西安爱科赛博电气股份有限公司	逆变电源单机综合性能提升技术	中大功率测试电源，1500 余台(套)	201601-202512	李春龙 /029-85691870
3	西安中车永电捷通电气有限公司	多机协调控制技术	车载辅助逆变电源，1200 余台(套)	201701-202512	司军民 /029-86498135
4	厦门科华数能科技有限公司	多机协调控制技术	储能逆变电源、光伏逆变电源，70000 余台(套)	202101-202512	孟凡飞 /13030887610
5	易事特储能科技有限公司	多机协调控制技术	储能逆变电源，6GWh	202301-202512	马超群 /13759961586
6	株洲中车时代电气股份有限公司	多机协调控制技术	储能逆变电源，2000 余台	202301-202512	甘韦韦 /18173309702
7	西安奇点能源股份有限公司	多机协调控制技术	储能逆变电源，16000 余台	202301-202512	刘永奎 /18049029420

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	一种基于网侧电流反馈的有源阻尼控制方法	中国	ZL201610908588.X	2019.06.11	3410757	西安交通大学	刘进军，刘腾，刘增
2	发明专利	Secondary Control Method and Apparatus of Parallel Inverters in Microgrid	美国	US9853571B2	2017.12.26	US009853571B2	台达电子企业管理（上海）有限公司	刘进军，武腾，刘增，王施珂，刘宝谨，陶勇
3	发明专利	一种支持微电网全自治控制的柔性切换变流器及控制方法	中国	ZL202110455997X	2023.06.02		西安交通大学	刘进军，安荣汇，刘增
4	发明专利	并网逆变器功率解耦方法及装置	中国	ZL201610946590.6	2019.04.09	3324770	台达电子企业管理（上海）有限公司，西安交通大学	刘进军，刘宝谨，刘增，武腾，王施珂
5	发明专利	一种基于虚拟同步发电机技术的逆变器并网控制方法	中国	ZL201510039155.0	2016.12.07	2309324	西安交通大学，许继集团有限公司，国家电网公司，国网湖北省电力公司	刘进军，余洪伟，刘增，周思展，王林，刘刚
6	发明专利	一种基于小信号同步注入的微网孤岛检测方法及其系统	中国	ZL202011340365.0	2023.06.20	6063460	西安交通大学，漳州科华技术有限公司	刘增，郑浩阳，苏先进，刘进军，林镇煌，安荣汇
7	论文	Infinity-Norm of Impedance-Based Stability Criterion for Three-Phase AC	中国	/	2015.06.01	IEEE Transactions on Power Electro	/	刘增，刘进军，包维翰，赵亚林

		Distributed Power Systems With Constant Power Loads				nics		
8	论文	Small-Signal Modeling and Stability Prediction of Parallel Droop-Controlled Inverters Based on Terminal Characteristics of Individual Inverters	中国	/	2020.01.01	IEEE Transactions on Power Electronics	/	王施珂, 刘增, 刘进军, Dushan Boroyevich, Rolando Burgos
9	发明专利	基于间接电流控制和下垂控制的无缝切换控制系统及策略	中国	ZL201710284236.6	2019.08.23	3502937	西安交通大学	刘进军, 孟鑫, 刘增, 武腾, 王施珂, 刘宝谨
10	发明专利	基于下垂控制技术的并联逆变器解耦控制方法	中国	ZL201310694574.9	2016.07.06	2140278	西安交通大学	游致远, 刘进军, 张轩, 武腾

七、主要完成人情况表

姓 名	刘进军	排 名	1
行政职务	研究所所长、研究中心主任		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 项目总体负责，为创新点 1、2、3 做出了贡献。			

姓 名	刘增	排 名	2
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源单机综合性能提升及多机协调控制研究，为创新点 1、2、3 做出了贡献。			

七、主要完成人情况表

姓 名	张岩	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源单机综合性能提升研究，为创新点 1 做出了贡献。			

姓 名	周洪伟	排 名	4
行政职务	副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	特变电工西安电气科技有限公司		
完成单位	特变电工西安电气科技有限公司		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源产品开发，为创新点 4 做出了贡献。			

七、主要完成人情况表

姓 名	李春龙	排 名	5
行政职务	副总经理		
技术职称	工程师		
工作单位	西安爱科赛博电气股份有限公司		
完成单位	西安爱科赛博电气股份有限公司		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源产品开发，为创新点 4 做出了贡献。			

姓 名	安荣汇	排 名	6
行政职务	无		
技术职称	助理教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源多机协调控制研究，为创新点 2、3 做出了贡献。			

七、主要完成人情况表

姓 名	刘自鹏	排 名	7
行政职务	无		
技术职称	助理教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源单机综合性能提升研究，为创新点 1 做出了贡献。			

姓 名	甘韦韦	排 名	8
行政职务	副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	株洲中车时代电气股份有限公司		
完成单位	株洲中车时代电气股份有限公司		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源产品开发，为创新点 4 做出了贡献。			

七、主要完成人情况表

姓 名	林镇煌	排 名	9
行政职务	副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	厦门科华数能科技有限公司		
完成单位	厦门科华数能科技有限公司		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源产品开发，为创新点 4 做出了贡献。			

姓 名	雷万钧	排 名	10
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源工程应用，为创新点 4 做出了贡献。			

七、主要完成人情况表

姓 名	刘永奎	排 名	11
行政职务	副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	西安奇点能源股份有限公司		
完成单位	西安奇点能源股份有限公司		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源产品开发，为创新点 4 做出了贡献。			

姓 名	马超群	排 名	12
行政职务	总工程师		
技术职称	高级工程师		
工作单位	易事特储能科技有限公司		
完成单位	易事特储能科技有限公司		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源产品开发，为创新点 4 做出了贡献。			

七、主要完成人情况表

姓 名	司军民	排 名	13
行政职务	董事长		
技术职称	高级工程师		
工作单位	西安中车永电捷通电气有限公司		
完成单位	西安中车永电捷通电气有限公司		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源产品开发，为创新点 4 做出了贡献。			

姓 名	王施珂	排 名	14
行政职务	无		
技术职称	中级工程师		
工作单位	华润电力技术研究院有限公司		
完成单位	华润风电（海原）有限公司		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源工程应用，为创新点 4 做出了贡献。			

七、主要完成人情况表

姓 名	赵金鹏	排 名	15
行政职务	无		
技术职称	高级工程师		
工作单位	华润风电（海原）有限公司		
完成单位	华润风电（海原）有限公司		
对本项目主要学术贡献： 参与逆变电源工程应用，为创新点 4 做出了贡献。			

八、主要完成单位情况表

单位名称	西安交通大学
对本项目主要学术贡献： 承担项目的理论技术研究任务，为创新点 1、2、3 做出了贡献。	

单位名称	特变电工西安电气科技有限公司
对本项目主要学术贡献： 承担项目的应用任务，开发了逆变电源产品，为创新点 4 做出了贡献。	

八、主要完成单位情况表

单位名称	西安爱科赛博电气股份有限公司
对本项目主要学术贡献： 承担项目的应用任务，开发了逆变电源产品，为创新点 4 做出了贡献。	

单位名称	株洲中车时代电气股份有限公司
对本项目主要学术贡献： 承担项目的应用任务，开发了逆变电源产品，为创新点 4 做出了贡献。	

八、主要完成单位情况表

单位名称	厦门科华数能科技有限公司
对本项目主要学术贡献： 承担项目的应用任务，开发了逆变电源产品，为创新点 4 做出了贡献。	

单位名称	西安奇点能源股份有限公司
对本项目主要学术贡献： 承担项目的应用任务，开发了逆变电源产品，为创新点 4 做出了贡献。	

八、主要完成单位情况表

单位名称	易事特储能科技有限公司
对本项目主要学术贡献： 承担项目的应用任务，开发了逆变电源产品，为创新点 4 做出了贡献。	

单位名称	西安中车永电捷通电气有限公司
对本项目主要学术贡献： 承担项目的应用任务，开发了逆变电源产品，为创新点 4 做出了贡献。	

八、主要完成单位情况表

单位名称	华润风电（海原）有限公司
对本项目主要学术贡献： 承担项目的应用任务，完成了逆变电源产品工程应用，为创新点 4 做出了贡献。	

完成人合作关系说明

“逆变电源综合性能提升与多机协调自治控制理论、技术及应用”参与 2024 年度陕西省科技进步奖评审，项目完成人西安交通大学刘进军、刘增、张岩、安荣汇、刘自鹏、雷万钧，特变电工西安电气科技有限公司周洪伟，西安爱科赛博电气股份有限公司李春龙，株洲中车时代电气股份有限公司甘韦韦，厦门科华数能科技有限公司林镇煌，西安奇点能源股份有限公司刘永奎，易事特储能科技有限公司马超群，西安中车永电捷通电气有限公司司军民，华润电力技术研究院有限公司王施珂，以及华润风电（海原）有限公司赵金鹏等组成技术团队，长期合作，联合攻关，共同完成本项目。

项目完成人刘进军、刘增、张岩合著电力电子领域首要国际期刊论文“Implementation of Cross-Coupling Terms in Proportional-Resonant Current Control Schemes for Improving Current Tracking Performance”，是本项目在逆变电源单机综合性能提升方面重要成果。

项目完成人刘进军、周洪伟共同立项企业合作项目“百兆瓦级光伏并网电站并网稳定性研究”，所研发的逆变电源应用于相关领域重大工程，取得了显著的经济和社会效益。

项目完成人李春龙、雷万钧共同立项企业合作项目“多台有源波器并联谐振的抑制方法”，将本项目在逆变电源多机协调控制方面的诸多成果应用于相关领域重大工程，取得了显著的经济和社会效益。

项目完成人刘进军、刘增、安荣汇共同获得国家发明专利“一种支持微电网全自治控制的柔性切换变流器及控制方法”，是本项目在逆变电源多机系统并、离网切换方面代表性成果之一。

项目完成人刘进军、刘增、刘自鹏合著电力电子领域首要国际期刊论文“A Study of Virtual Resistor-Based Active Damping Alternatives for LCL Resonance in Grid-Connected Voltage Source Inverters”，是本项目在逆变电源单机综合性能提升方面重要成果。

项目完成人张岩、甘韦韦共同立项企业合作项目“高频高效辅助变流技术研究与设计”，将本项目在单机综合性能提升方面的诸多成果应用于相关领域重大工程，取得了显著的经济和社会效益。

项目完成人刘进军、刘增、安荣汇、林镇煌合著电力电子领域首要国际期刊论文“An Islanding Detection Method Using Synchronized Small-AC-Signal Injection for Grid-Forming Inverters in Microgrids”，是本项目在逆变电源多机协调控制方面代表性成果之一。

项目完成人张岩、雷万钧合著电力电子领域首要国际期刊论文 “An Enhanced Control Strategy for Multi-paralleled Grid-Connected Single-Phase Converters With Load Harmonic Current Compensation Capability”，是本项目在逆变电源单机综合性能提升方面重要成果。

项目完成人刘增、刘永奎共同立项企业合作项目 “大规模储能系统构网功能开发及并网性能优化”，所研发储能变流器取得了显著的经济和社会效益。

项目完成人张岩、马超群合著学术论文 “A Fast and Generalized Space-Vector Modulation Scheme for Cascaded H-bridge Multilevel Converters Under Faulty Conditions”，是本项目在逆变电源单机综合性能提升方面重要成果。

项目完成人张岩、司军民共同立项企业合作项目 “城轨车辆新型大功率辅助电源系统产品关键技术开发与应用”，所研发车用大功率辅助电源取得了显著的经济和社会效益。

项目完成人刘进军、刘增、王施珂合著学术论文 “构网型与跟网型逆变器并联系统精确频域建模及简化稳定判据”，是本项目在逆变电源多机协调控制方面代表性成果之一。

项目完成人王施珂、赵金鹏共同参与成果应用项目 “华润海原县华润变(330kV) 200MW/400MWh 新能源共享储能电站储能系统工程 EPC 总承包合同”，将基于本项目多机协调控制方面成果所开发的逆变电源产品应用于相关领域重大工程，取得了显著的经济和社会效益。

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	论文合著	刘进军(1), 刘增(2), 张岩(3)	2015/3/1	2021/5/13	Implementation of Cross-Coupling Terms in Proportional-Resonant Current Control Schemes for Improving Current Tracking Performance	
2	共同立项	刘进军(1), 周洪伟(4)	2016/11/20	2017/5/31	百兆瓦级光伏并网电站并网稳定性研究	
3	共同立项	李春龙(5), 雷万钧(10)	2015/7/1	2015/12/31	多台有源波器并联谐振的抑制方法	7
4	共同知识产权	刘进军(1), 刘增(2), 安荣汇(6)	2018/3/1	2021/9/3	一种支持微电网全自治控制的柔性切换变流器及控制方法	
5	论文合著	刘进军(1), 刘增(2), 刘自鹏(7)	2017/3/1	2019/4/14	A Study of Virtual Resistor-Based Active Damping Alternatives for LCL Resonance in Grid-Connected Voltage Source Inverters	
6	共同立项	张岩(3), 甘韦韦(8)	2024/6/1	/	高频高效辅助变流技术研究与设计	
7	论文合著	刘进军(1)、刘增(2)、安荣汇(6)、林镇煌(9)	2019/2/20	2023/01/06	An Islanding Detection Method Using Synchronized Small-AC-Signal Injection for Grid-Forming Inverters in Microgrids	

8	论文合著	张岩(3), 雷万钧(10)	2015/9/1	2017/12/4	An Enhanced Control Strategy for Multi paralleled Grid-Connected Single-Phase Converters With Load Harmonic Current Compensation Capability	
9	共同立项	刘增(2), 刘永奎(11)	2023/1/1	2024/12/31	大规模储能系统构网功能开发及并网性能优化	
10	论文合著	张岩(3), 马超群(12)	2022/6/1	2023/04/30	A Fast and Generalized Space-Vector Modulation Scheme for Cascaded H-bridge Multilevel Converters Under Faulty Conditions	
11	共同立项	张岩(3), 司军民(13)	2021/1/20	/	城轨车辆新型大功率辅助电源系统产品关键技术开发与应用(科技成果转化)	
12	论文合著	刘进军(1)、刘增(2)、王施珂(14)	2021/9/1	2024/10/30	构网型与跟网型逆变器并联系统精确频域建模及简化稳定判据	
13	共同参与项目	王施珂(14), 赵金鹏(15)	2022/2/1	2023/12/31	华润海原县华润变(330kV) 200MW/400MWh 新能源共享储能电站储能系统工程 EPC 总承包合同	