

附件：

## 2022 年度拟提名湖南省科学技术进步奖项目公示材料

### 一、项目名称

模块化静态交流变频试验电源

### 二、提名意见

“模块化静态交流变频试验电源”项目针对旋转电机核心检测装备试验电源进行了深入研究，提出了注入负序分量电机杂散耗测试的优选方法，创新了使用低压变频器驱动高压永磁同步电机控制技术，研制了一种逆变桥同步精度达到 100 纳秒的集散式控制系统，优化了三电平整流系统的中点平衡方法，在关键技术上有重大创新，作为牵头单位主编国家标准《试验用变频电源通用规范》（该标准已于 2023 年 5 月 1 日开始实施），参编国家标准 2 项，共授权专利 8 项（发明专利 1 项，实用新型专利 7 项），登记软著 11 项。截止日前，项目成果在近百个工程项目中获得应用，经湖南省机械工业协会科技成果评价专家组评价，该成果的综合技术指标达到同类产品的国际先进水平，经济效益和社会效益显著。

提名该项目为湖南省科学技术进步奖三等奖。

### 三、项目简介

- 1. 主要技术内容：**静态交流变频试验电源（“静态电源”）以结构紧凑、调节方便、扩容升级简单等优势逐步在电机检测应用中得到推广，为抢占技术高点，提升技术实力，研发小组自 2012 年开始静态电源相关技术

的研究，2014 年立项 “模块化静态交流变频试验电源” 课题。关键创新技术：

- (1) 提出了一种用于电机负载杂散损耗测试的电源、测试系统及测试方法，通过向可控逆变器注入负序分量，并通过检测电机运行的电参数以计算电机的杂散损耗，相较现有的 Eh-star 测试法，解决了测试精度差、测试过程繁琐，且检测范围窄的技术问题；
- (2) 创新了高压永磁同步电机驱动技术，提出了一种使用低压变频器附加滤波器和变压驱动高压电机的方法，通过获取机端电量信息，对机端电压、转子磁链进行观测，完成对机端电流的解耦，实现闭环矢量控制，并通过对含滤波器、变压器和永磁同步电机的高阶系统进行建模分析来自适应调整控制器参数，使得控制效果接近高压变频器直接控制高压永磁同步电机的性能，以低压变频电源覆盖高压永磁同步电机试验，大幅度节省成本；
- (3) 构建了适于多逆变桥并联的控制系统框架，不同逆变桥之间同步精度达到 100 纳秒，最大支持 24 组逆变桥并联，达到国际先进水平；
- (4) 提出了一种中点自平衡三电平整流拓扑架构，不需要复杂的开关规划策略就能完成三电平中点电压平衡，系统结构简单、鲁棒性好、调试使用方便、适用于各种工况，且成本低廉。

**2. 知识产权：**共授权专利 8 项（发明 1 项，实用新型 7 项）；登记软件著作权 11 项，现行国家标准 3 项。

### 3. 技术经济指标：

- (1) 通过技术创新及应用，显著降低了大功率静态电源的应用成本，相对进口设备节约成本 50%以上，自研静态电源在大型旋转电机检测市场处于领先地位，市场占有率提升至 50%~60%，带动整个检测市场国产静态电源市场占有率提升至 80%~90%，进口设备市场占有率降低至 20%以内；
- (2) 系统框架下可以进行多达 24 组逆变桥并联，超出国内外主要产品的 35%，为国产大型电机行业的发展提供了技术支撑。

### 4. 应用推广与效益：

- (1) 成果可应用于各类电机及电力电子设备检测，具有广泛的应用价值。截至 2021 年 12 月，已在近百个项目中应用，经济效益显著。
- (2) 2020 年中机国际牵头与深圳禾望电气、天津电气科学研究院等单位主编制了国家标准计划《试验用变频电源通用规范》，该标准已于 2023 年 5 月 1 日开始实施，将有力推动行业发展，社会效益显著。
- (3) 1140V/1380V 电压等级的静态变频试验电源被广泛应用于大型风电发电机测试，促进了新型清洁能源取代传统火电能源的转变，赋能国家“双碳”战略。
- (4) 项目成果为我司与湖南大学合作的国家重点研发计划“煤炭清洁高效利用和新型节能技术”类专项“电机系统高效设计和运行共性基础理论与技术”，子课题“非正弦供电条件下电机广域测量技术”提供了技术支撑。

## 四、客观评价

2023年3月30日，专家组对本项目进行了成果评价。主要评价结论为：

1. 该项目完成了一种模块化变频试验电源的研制并建立了完善的产品评价体牵头制定了相关产品的国家标准 (GB/T 42008-2022)。创新点如下：

- (1) 提出了一种用于电机杂散损耗测试的电源控制系统及方法，该方法不需要匹配高压电机辅助电阻，能降低功耗，提高测量精确度；
- (2) 优化了多逆变桥并联同步控制单元，实现逆变桥之间的同步精度达到 100 纳秒，可支持 24 组逆变桥并联；
- (3) 提出了一种适应于各种工况的中点自平衡三电平整流拓扑，结构简单，成本降低，提高了系统稳定性。

2. 样机经湖南省大中型机电产品质量监督检验中心检测，检测结果符合 GB/T 3859.1-2013 等相关标准要求，现场抽测结果合格。

3. 产品经用户使用，反应良好。

评价委员会认为，该成果综合技术指标在电机试验电源的同类产品中达到国际先进水平。

## 五、推广应用情况

至 2021，已在近百个项目中得到应用，取得了良好的经济效益和社会效益。自主研发的“模块化静态交流变频试验电源”是系列化的产品，包含多种规格不同的功率组件和控制组件，可以根据用户的具体需求配备出不同等级的试验电源，具有广泛的推广应用价值，不仅替代了大部分进口产品，有效节省了成本，推广了静态电源在电机检测领域的应用，更首创了

1140V/1380V 等级的试验电源，得到用户的一致好评。与此同时，牵头编制了国家标准《试验用变频电源通用规范》（2023 年 5 月发布），令试验电源进入规范化、标准化发展的新阶段，通过规范使用条件、优选额定值、技术要求、试验方法等推动了行业技术进步与行业发展。

## 六、主要知识产权和标准规范名录

序号	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
1	发明专利	用于电机负载杂散损耗测试的电源、测试系统及测试方法	中国	ZL201610589400.X	2019-01-18	3220243	中机国际工程设计研究院有限责任公司	袁凯南、易凡、罗华、陈清	有效专利
2	实用新型专利	中点自平衡三电平整流系统	中国	ZL201721741804.2	2018-07-27	7641201	中机国际工程设计研究院有限责任公司	袁凯南、罗华、陈清	有效专利
3	实用新型专利	电传动试验装置及系统	中国	ZL201721494180.9	2018-06-08	7454952	中机国际工程设计研究院有限责任公司	袁凯南、王维、罗华、陈清、荀庆来、李学文	有效专利
4	实用新型	同步通信装	中国	ZL201	2016-0	5177295	中机国际工	易凡、	有效专

	专利	置		52098 9130.2	5-04		程设计研究 院有限责任 公司	袁凯 南、罗 华、荀 庆来、 周圣 岳、陈 清	利
5	国家标准	机床专用变 频调速设备	中国	GB/T 32505 -2016	2016-0 2-24	中国国 家标准 化管理 委员会	中机国际工 程设计研究 院有限责任 公司	王维	现行
6	国家标准	调速电气传 动系统 第 7-302 部分： 电气传动系 统的通用接 口和使用规 范 2 型规范 对应至网络 技术	中国	GB/T 12668 -7302- 2021	2021-1 0-11	中国国 家标准 化管理 委员会	中机国际工 程设计研究 院有限责任 公司	王维	现行
7	国家标准	试验用变频 电源通用规 范	中国	GB/T 42008 -2022	2022-1 0-12	中国国 家标准 化管理 委员会	中机国际工 程设计研究 院有限责任 公司、深圳 市禾望电气 股份有限公 司、天津电 气科学研究 院有限公司 等	袁凯南 等	现行
8	软件著作 权	中机国际风 电变流器型 式试验采集 软件	中国	2018S R2767 76	2017-0 3-17	2605871	中机国际工 程设计研究 院有限责任 公司	袁凯南	其他有 效知识 产权
9	软件著作	中机国际斩	中国	2018S	2017-0	2605710	中机国际工	罗华	其他有

	权	波器型式试验软件		R2766 15	1-17		程设计研究院有限责任公司		效知识 产权
10	软件著作权	中机国际耐压自动测试台测控软件	中国	2015S R0434 05	2015-0 1-08	0930491	中机国际工程设计研究院有限责任公司	荀庆来	其他有效知识 产权

## 七、主要完成人情况

姓 名	罗华	排 名	1	国 籍	中国
技术职称	副高				
工作单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			行政职务	所长
主要完成 单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			所 在 地	湖南长沙
				单位性质	国有企业
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>提出并确定项目的整体研发思路和技术方案，作为第一完成人完成关键创新技术的理论论证和试验方案制定，以及专利技术和装置的开发和申报，并作为工程总承包项目负责人完成 10 项以上技术成果工程应用转化。对创新点 1、创新点 4 有重要贡献，对创新点 3 有贡献。</p>					

姓 名	袁凯南	排 名	2	国 籍	中国
技术职称	正高				
工作单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			行政职务	副院长
主要完成 单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			所 在 地	湖南长沙
				单位性质	国有企业
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>作为第二完成人参与论证确定项目的整体研发思路和技术方案，以及专利技术申报，并作为总承包项目技术负责人完成技术成果多项工程应用转化。对成果中创新点 1、创新点 2、创新点 4 有主要贡献，对创新点 3 有重要贡献。</p>					

姓名	王维	排名	3	国籍	中国
技术职称	正高				
工作单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			行政职务	副总经理
主要完成单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			所在地	湖南长沙
				单位性质	国有企业
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>作为第三完成人参与论证确定项目的整体研发思路和技术方案，参与关键创新技术的理论论证，并作为工程总承包项目负责人完成本技术的成果转化和应用。对成果中创新点 2 有重要贡献，对创新点 1、创新点 4 有贡献。</p>					

姓名	荀庆来	排名	4	国籍	中国
技术职称	副高				
工作单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			行政职务	
主要完成单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			所在地	湖南长沙
				单位性质	国有企业
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>参与技术方案论证，主导并完成控制系统框架及相应软件的开发和调试，协助完成 5 项以上技术成果工程应用转化。对创新点 3 有主要贡献，对创新点 2 和 4 有贡献。</p>					

姓名	肖旭	排名	5	国籍	中国
技术职称	副高				
工作单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			行政职务	
主要完成单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			所在地	湖南长沙
				单位性质	国有企业
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>参与技术方案论证，完成样机装置功率单元和硬件电路的开发和调试，协助项目技术成果工程应用 5 项以上。对创新点 4 有贡献。</p>					

姓名	彭天玲	排名	6	国籍	中国
技术职称	副高				
工作单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			行政职务	所长
主要完成单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			所在地	湖南长沙
				单位性质	国有企业
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>    参与技术方案论证，完成部分分析软件的设计，作为工程项目负责人完成技术成果工程应用转化 5 项以上，并完成部分软件著作权申报。对创新点 1 有贡献。</p>					

姓名	王剑锋	排名	7	国籍	中国
技术职称	副高				
工作单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			行政职务	所长
主要完成单位	中机国际工程设计研究院有限责任公司			所在地	湖南长沙
				单位性质	国有企业
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>    参与技术方案论证，主导电气系统设计，完成主要电气原理图设计，作为项目负责人完成技术成果工程应用转化 5 项以上。对创新点 4 有贡献。</p>					

## 八、主要完成单位情况

单位名称	中机国际工程设计研究院有限责任公司				
排名	1	法定代表人	陈蕃	所在地	湖南省长沙市
单位性质	国有企业	传真	0731-85383363	邮政编码	410007
<p>对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：</p> <p>    本项目由中机国际工程设计研究院有限责任公司独立研发，包括前期预研、制定研发技术路线、具体研发实施、样机试制及产品定型，形成了系列化的静态电源产品，包括不同等级的功率单元及匹配的控制组件，产品自由组合可以支撑 100KW~20MW 等不同等级的项目应用。</p> <p>    同时，我司承担了技术成果转化和工程应用。作为设计单位或工程总承包单位先后在近百个项目中应用本成果，取得了良好的经济效益和社会效益，并获得了用户的高度评价。本公司强大的技术研发能力保障了本研发项目的顺利完成，丰富了工程业绩和经验，促进了成果的转化和推广应用。</p>					

## 九、主要完成人合作关系说明

本项目成果由罗华、袁凯南、王维、荀庆来、肖旭、彭天玲、王剑锋 7 位同志共同完成，各自对项目作出了不同程度的贡献。罗华是本项目第一完成人，袁凯南是本项目第二完成人，王维是本项目第三完成人，荀庆来是本项目第四完成人，合作方式为共同知识产权，合作时间为 2014 年 1 月-2017 年 2 月，合作成果有：用于电机负载杂散损耗测试的电源、测试系统及测试方法、中点自平衡三电平整流系统、电传动试验装置及系统、同步通信装置；肖旭为本项目第五完成人，彭天玲为本项目第六完成人，王剑锋为本项目第七完成人，合作方式为科技成果登记，合作时间为 2014 年 1 月-2017 年 2 月，合作成果有：一种模块化变频试验电源。