

# 江苏省科学技术奖提名书

( 2022 年度 )

## 一、基本情况

专业评审组：动力电气 成果类别：应用类 编号：SYY2022330101

项目名称	高速永磁同步电机及驱动控制系统关键技术与应用			
完成人	郭健, 吴益飞, 曹继伟, 万援, 张伟, 蒋旭光, 莫丽红, 陈庆伟, 窦怀洛, 钱耀球, 高阳			
完成单位	南京理工大学, 哈尔滨工业大学, 苏州宝时得电动有限公司, 淮阴工学院, 溧阳福思宝高速机械有限公司, 洛阳航特机电技术有限公司			
提名单位(盖章)或提名专家(签字)	省教育厅			
学科分类名称	1	电机学	代码	470.4024
	2	自动控制理论(包括线性、非线性、随机控制, 最优控制、自适应控制系统、分布式控制系统、柔性控制系统等)	代码	510.8010
	3	鲁棒控制	代码	120.3040
所属国民经济行业	(C) 制造业			
任务来源(要求至少有一项在 2020 年 1 月 1 日前验收结题, 并附证明)				
计划、基金名称	项目名称	编号	验收结题时间	
江苏省科技计划—江苏省重点研发计划	超高速永磁同步电机驱动控制器研制	466007597--BE2015164/01	2018-12-01	
国家计划—国家自然科学基金	超高速永磁同步电机系统刚柔及电磁耦合动力学建模与控制研究	61673219	2020-12-31	
国家计划—国家重大专项	高速大功率电主轴用内藏式电机电磁设计优化及测试技术研究	2019ZX04015001-003	2019-12-31	
部委计划	高速大功率电机主轴电机优化设计	TC160A310/2	2019-11-30	

国家计划—国家自然科学基金	基于双绕组永磁容错电机的高可靠电驱动系统关键技术研究	51807094	2021-12-31
授权发明专利(项)	24	授权的其他知识产权(项)	1
项目起止时间	起始: 2010 年01 月01 日	完成: 2019 年11 月30 日	

## 二、项目简介（限 1200 字）

高速、超高速电主轴、离心鼓风机、压缩机、电动工具等高端装备在高档数控机床、节能环保等领域有着越来越迫切的需求，但国内严重依赖进口。其中高速、超高速电机及控制系统因系统复杂、技术难度极大，国外实施严格技术封锁，一直是我国科技自主发展的“卡脖子”核心技术。

高速、超高速永磁同步电机系统因体积小、重量轻、功率密度高、效率高、动态性能好等优点，是上述高端装备的最佳选择。但高速、超高速永磁同步电机系统存在各种因素的相互叠加作用，使得发热急剧增加，并严重威胁多种部件安全；高速、超高速运行使得传统的永磁转子设计在结构强度、磁场密度等方面难以兼顾；电机内部各种参数随温度、结构强度发生复杂变化，导致系统非线性、不确定性突出，建模、驱动和控制设计难度极大。因此，亟需运用系统观念突破传统电机设计、驱动、控制理论与技术，攻克电机、驱动和控制一体化设计技术，自主创新以满足国家科技和经济发展的迫切需求。

本项目为解决高速永磁同步电机与驱动控制器的匹配设计，提升系统转速与抗干扰能力，在国家自然科学基金、国家科技重大专项、江苏省重点研发计划等科技项目支持下，经过十余年系统深入研究，突破了高速永磁同步电机高效冷却、高强度、高性能转子设计、电机驱动与控制一体化集成、自适应强鲁棒驱动控制及死区效应补偿等关键技术，成功研制三套高速永磁同步电机与驱动控制器，提出的高速永磁电机结构与控制算法技术已应用于国内高速电机及驱动控制器领域龙头企业单位，打破了国外产品的垄断地位。

技术创新点：

1. 运用系统观念揭示高速、超高速电机、驱动和控制器的相互作用与耦合关系，提出降低高速永磁同步电机发热的新技术。

2. 揭示非等温分布下转子护套、磁极间隔及配合过盈量的关键参数设计准则与量化规律，提出了高强度、高性能高速永磁转子设计的新理论和新技术。

3. 揭示采样周期与特征模型参数关系和参数变化范围，攻克特征参数快速辨识的难题，提出了非刚性高速电机系统特征建模及基于特征模型的自适应鲁棒控制方法。

4. 提出了高速永磁同步电机驱动与控制一体化设计方法，突破了基于有源钳位、电流变化率和叠层母排相结合的大功率高压驱动模块安全保护以及抑制匝间短路电流关键技术。

本项目获授权发明专利 24 件，发表论文 111 篇，其中 SCI 收录 84 篇，他引\*\*次。\*\*已在浙江等\*\*稳定运行，参与\*\*任务；\*\*已应用于\*\*工作。项目成果取得了重大社会效益和经济效益，近两年累计新增销售额 2.49 亿元，新增利润 7727.25 万元，取得间接经济效益 1.9 亿元。

## 七、主要知识产权目录（不超过 10 件，基础类可以不填）

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	一种超高速永磁同步电机转速控制方法	中国	ZL-201710838852.1	2019-01-15	3218534	南京理工大学	郭健;沈宏丽;吴益飞;王天野;薛舒严;钱抒婷;洪宇;周梦兰;黄迪;林立斌
2	发明	一种基于滑模观测的超高速永磁同步电机转速估计方法	中国	ZL-201710750721.8	2019-07-02	3439483	南京理工大学	郭健;洪宇;吴益飞;林立斌;黄迪;王天野;薛舒严;钱抒婷;沈宏丽;周梦兰
3	发明	一种基于铁芯损耗的超高速永磁同步电机直接转矩控制方法	中国	ZL-201710838897.9	2019-04-16	3336325	南京理工大学	郭健;钱抒婷;吴益飞;仲露;沈宏丽;洪宇;林立斌;黄迪;王天野;周梦兰

4	发明	一种高速电机护套结构	中国	ZL-201910371636.X	2021-04-13	4362240	哈尔滨工业大学	曹继伟; 李立毅; 王金耀; 张成明; 刘家曦; 王明义
5	发明	一种高速电机转子磁极结构	中国	ZL-201910371644.4	2020-10-11	4149053	哈尔滨工业大学	曹继伟; 李立毅; 韩康玮; 张成明; 刘家曦; 王明义
6	发明	一种混合绕组高速双馈超导电机系统	中国	ZL-201510270652.1	2017-08-29	2602471	哈尔滨工业大学	李立毅; 曹继伟; 张成明; 潘东华; 刘家曦
7	发明	具有叠片式金属磁极间隔的表贴式高速永磁同步电机转子	中国	ZL-201611115857.3	2019-03-15	3295714	哈尔滨工业大学	崔淑梅; 万援; 王少飞
8	发明	基于 EKF 的无传感器超高速永磁同步电机转速控制方法	中国	ZL-201610569340.5	2018-09-25	3087121	南京理工大学	吴益飞; 仲露; 郭健; 陈永亮; 陈庆伟; 李胜; 王翔; 王保防; 徐航宇; 周梦兰
9	发明	一种基于 ARC 的超高速永磁同步电机转速控制方	中国	ZL-201710750690.6	2019-02-05	3246184	南京理工大学	郭健; 沈宏丽; 吴益飞; 周

		法						梦兰；洪宇；林立斌；黄迪；王天野；薛舒严；钱抒婷
10	发明	一种基于自适应鲁棒控制的超高速永磁同步电机转速控制方法	中国	ZL-201710749732.4	2019-01-05	3218531	南京理工大学	郭健；沈宏丽；吴益飞；黄迪；王天野；薛舒严；钱抒婷；洪宇；周梦兰；林立斌

承诺：上述知识产权用于提名江苏省科学技术奖的情况，已征得未列入项目主要完成人的权利人（发明专利指发明人）的同意。

第一完成人签名：