

学科 代码与名称	47040	电气工程
学科评审组 代码与名称	110	电机电力

# 江苏省高等学校科学技术研究成果奖 技术发明奖

## 推 荐 书

项 目 名 称： 高速低损耗磁悬浮开关磁阻电机及其控制技术

第一完成单位： 南京工程学院

通 信 地 址： 南京市江宁科学园弘景大道1号

电 话： 025-86118986

邮 政 编 码： 211167

推 荐 时 间： 2016年4月23日

# 江苏省高等学校科学技术研究成果奖技术发明奖 推荐书

(2016 年度)

## 一、项目基本情况

学科评审组：

项目 名称	中文名	高速低损耗磁悬浮开关磁阻电机及其控制技术		
	英文名	High-speed and low-loss bearingless switched reluctance machine and its control technology		
主要完成人		孙玉坤、朱志莹、周云红、项倩雯、茅靖峰		
主要完成单位		南京工程学院，江苏大学		
主题词		磁悬浮电机；开关磁阻电机；控制；高速；低损耗		
学科分类 名称	1	电机学	代码	470.4024
	2	电力拖动及其自动化	代码	470.4057
	3	自动控制技术	代码	510.80
所属国民经济行业		(C) 制造业		
所属科学技术领域		电机驱动控制技术		
任务来源		D1、国家自然科学基金		
具体计划、基金的名称和编号：(限 300 字)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>国家自然科学基金 7 项：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 单绕组混合外转子磁悬浮开关磁阻飞轮电机运行机理与控制研究，51377074；</li> <li>2. 新型双定子磁悬浮开关磁阻电机的电动/发电机理及其运行控制，51307077；</li> <li>3. 轴向分相永磁式磁悬浮开关磁阻飞轮电机及其陀螺效应抑制，51507077；</li> <li>4. 基于磁悬浮开关磁阻电机的飞轮储能系统运行控制研究，61074019；</li> <li>5. 磁悬浮开关磁阻电机的模糊神经逆控制及高速数字化技术，60774044；</li> <li>6. 磁悬浮开关磁阻电机的非线性动态解耦与智能控制，60174052；</li> <li>7. 轨道驱动用磁悬浮永磁直线容错电机及其控制技术研究，61004053；</li> </ol> </li> <li>● <b>江苏省自然科学基金 1 项：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高效混合励磁单绕组磁悬浮开关磁阻电机运行机理及控制，BK20150510；</li> </ol> </li> <li>● <b>江苏省高校自然科学基金 1 项：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 轴向分相内定子永磁型磁悬浮开关磁阻电机的研究，15KJB470005。</li> </ol> </li> </ul>				
授权发明专利 (项)		18	授权的其他知识产权 (项)	26
项目起止时间		起始：2001 年 1 月	完成：2016 年 1 月	

## 二、项目简介

属于电机驱动控制技术领域，涉及电机、控制与磁悬浮技术。

核心技术是将开关磁阻电机与磁悬浮技术相结合，在不改变电机体积和功率基础上，直接通过控制，实现电机超低功耗的径向悬浮支承与高速电动、发电一体化运行，形成高速低损耗磁悬浮开关磁阻电机及其控制技术，主要核心发明有：

① 针对高速、超高速电机的悬浮支承与集成式电动/发电运行的技术难题，创造性地提出了磁悬浮开关磁阻电机径向悬浮与电动/发电一体化运行的概念，并对电机径向悬浮与电动/发电强耦合和悬浮力产生死区这两个技术“瓶颈”，创造性地将内-外双定子与宽-窄极混合定子拓扑结构用于该电机，形成双定子型磁悬浮开关磁阻电动/发电机和混合定子磁悬浮开关磁阻发电机，结构紧凑、功能明确、径向悬浮性能优越。

② 针对磁悬浮开关磁阻电机悬浮力与转矩的强耦合、非线性及其精确模型难以获取问题，提出了将逆系统线性化解耦方法与支持向量机辨识技术相结合，采用积分器和支持向量机来构造磁悬浮开关磁阻电机逆系统，实现电机径向悬浮与电动/发电的线性化解耦，并对模型不完全可逆问题，创造性地提出了基于反馈变量修正的修正逆控制方法，拓展了逆系统方法在不可逆域中的应用，实现了电机在不可逆域的大范围和高的动态解耦控制，方法简单，工程实现方便。

③ 为满足磁悬浮电机低功耗、温升小的性能要求，提出了一种减小磁悬浮电机运行损耗的转子偏心控制新方法，同时针对位置传感器增大电机体积和结构复杂度，降低可靠性和动态性能等问题，提出了基于转矩绕组动态电感模型的转子位置自检测方法，并利用转矩绕组电压脉冲激励法来确定电机启动时转子的初始位置，形成了实用、可靠的无传感器自检测控制技术，物理意义明确，适用的转速范围宽，易于工程实现。

高速低损耗磁悬浮开关磁阻电机及其控制技术的突出特点是：提出的磁悬浮开关磁阻电机“悬浮与电动、发电一体化”概念、双定子与混合定子结构、修正逆解耦、转子偏心与自检测控制等方法均具原创性，形成的技术原理先进、“理论”基础扎实，实用性强，在同类技术中处于领先水平，具有广阔的应用前景。

申请 24 项发明专利，18 项已经授权，国内外核心刊物论文 40 余篇（SCI 收录 8 篇、EI 36 篇），其中 IEEE transaction on energy conversion 1 篇、《中国电机工程学报》10 篇、《电工技术学报》4 篇。已经在高速数控机床和飞轮储能等领域进行了应用，并取得了较好的应用效果。研究成果还被国内外百篇论文正面引用，其中直接应用该研究成果的论文逾 30 篇，应用范围涉及航空航天、卫星陀螺、飞轮储能、高速机床等，研究过程中培养了骨干教师 6 名，博士 12 名，硕士 24 名，间接经济效益与社会效益显著。