

“电动汽车用新型磁导偏置分块转子开关磁阻电机研究”成果登记公示信息

成果名称:	电动汽车用新型磁导偏置分块转子开关磁阻电机研究
完成单位:	电子科技大学广东电子信息工程研究院
完成人员:	张蔓
研究起止日期:	2021-10-01 至 2024-09-30
成果应用行业:	交通运输、仓储和邮政业
高新技术领域:	新能源与节能
评价单位:	广东省科学技术厅
评价日期:	2024-12-06
成果简介:	<p>一、课题来源与背景；</p> <p>本项目在广东省科学技术厅的资助下完成课题研究。</p> <p>作为载人交通工具，安全性是电动汽车的第一要求。相应的，可靠性和容错性能是电动汽车驱动电机的第一要求。就可靠性和容错性能而言，相较在用的永磁电机和感应电机，开关磁阻电机优势显著，其突出表现在：1、开关磁阻电机的转子为凸极型的实心转子，无需安装任何的永磁体或导条，不存在退磁、失磁或导条断裂等危及行车安全的风险问题，运行可靠性高；2、开关磁阻电机的绕组为各相开放式的独立集中绕组，不同于在用电机中 Y/D 连接的多相对称分布绕组，其各相绕组间既没有直接的电气连接，又没有时空上严格的对称和分布要求，因此容错运行潜力大。基于安全第一性视角，具有高可靠和强容错性能的开关磁阻电机是电动汽车驱动电机的首选。然而在传统开关磁阻电机中，由于凸极转子通常由整片硅钢制成，转子各凸极之间在磁路上相互贯通，影响电机动态运行过程中的容错性能。传统开关磁阻电机在其动态运行过程中，受转子磁路贯通影响，伴随各相绕组的通电和续流，电机内部长短磁路交替的现象始终存在，并由此在各相绕组之间引起电磁互感上的耦合作用，从而影响电机动态运行的容错能力。因此有必要考虑电机运行过程，从电机内部动态电磁分布着手，开展独立凸极磁路的设计研究，充分开发电动汽车用开关磁阻电机在强容错能力和高可靠性上的工程实用性。相较永磁电机，开关磁阻电机在能效和功率密度方面仍有一定的差距，并由此造就整车产品性能品质和市场水平的差距。这已然成为制约电动汽车用开关磁阻电机的工程实用和市场推广亟待解决的痛点问题。传统开关磁阻电机动态运行过程中，绕组励磁电流建立的电机磁场总是集中通过定子极尖处与转子耦合。定子极尖处磁场高度饱和，使得铁磁材料的磁导率大幅降低，电机等效气隙长度大大增加。这既限制了电机的功率密度，又引起励磁电流增加，导致电机能效降低。</p> <p>对于传统开关磁阻电机考察其动态运行过程，针对容错能力与可靠性、能效与功率密度等核心性能指标上的不足，从瓶颈关键之处着手，提出电动汽车用新型磁导偏置分块转子开关磁阻电机，使得各相绕组在通电和续流期间，其励磁磁场始终通过独立的转子凸极形成自闭的磁回路，从而避免各相绕组之间的互感耦合，提升电机动态运行的容错能力。通过在定子极间的极尖处安装少量的永磁体，借助永磁磁场，对极尖处铁磁材料的磁导进行一定的预置偏置，降低绕组励磁磁场的饱和程度，减小电机的等效气隙长度和绕组的励磁电流，从而提升电机的能效和功率密度。</p> <p>二、技术原理及性能指标；</p>

项目开展电动汽车用新型开关磁阻电机研究，通过多物理场建模与磁场调制机理分析研究，在考虑电机特殊电磁结构和铁心饱和情况下，构建了统一磁导调制解析模型，揭示新型开关磁阻电机性能提升的谐波机理。为使所设计电机能够更好地满足电动汽车性能需求，选取电机的输出转矩、转矩脉动和绕组铜损作为优化目标。基于正交实验分析，选取励磁极极弧、气隙长度、永磁体厚度、关断角等作为关键参数，开展电机性能敏感性分析。建立新型开关磁阻电机性能质量高稳健性优化设计方法。

三、技术的创造性与先进性；

新型开关磁阻电机采用定子极尖磁导偏置和转子分块设计，能效和功率密度性能更优。永磁磁极设置在定子上，发生退/失磁风险较低。即使永磁体退磁，项目电机也可按分块转子开关磁阻电机继续运行。

四、技术的成熟程度，适用范围和安全性；

成果处于初级阶段，适用于新能源汽车领域，具有极强的技术辐射作用，将带动电力牵引、航空推进、机器智能驱动和新能源发电等相关产业领域技术进步。

五、应用情况及存在的问题；

无

六、历年获奖情况；

无

七、成果简介要向社会公开，请不要填写商业秘密内容。

本项目以电动汽车驱动电机为应用牵引，开展高品质新型磁导偏置分块转子开关磁阻电机系统研究。通过电机多物理场建模与磁场调制机理分析研究，在考虑电机特殊电磁结构和动态运行铁心饱和情况下，构建了新型开关磁阻的统一磁导调制解析模型，揭示新型开关磁阻性能提升的电磁时空谐波机理。为使所设计新型开关磁阻电机能够更好地满足电动汽车驱动电机性能需求，选取电机的输出转矩、转矩脉动和绕组铜损作为优化目标。并基于正交实验分析方法，选取电机关键参数，开展性能敏感性分析。建立新型开关磁阻电机性能质量高稳健性的电机优化设计管控体系。通过电机静态和动态性能参数对比分析，全面验证磁导偏置式新型分块转子开关磁阻电机的性能提升效果。并通过电机系统的软硬件设计与性能试验，对新型开关磁阻电机的设计方法、性能质量形成研究校检，从而奠定电动汽车驱动电机应用的理论技术基础。