

2024年度内蒙古自治区科学技术奖提名项目公示

一、项目名称：高性能永磁电机及其控制技术与应用研发

二、提名奖项类别：科技进步奖

三、主要完成单位：1. 包头长安永磁电机有限公司 2. 哈尔滨工业大学 3. 内蒙古科技大学

四、主要完成人：1. 安群涛 2. 刘慧博 3. 张继鹏 4. 苏锦智 5. 张晓明 6. 郑永 7. 王飞 8. 孙瑞杰 9. 张雄 10. 肖峰 11. 张伟峰 12. 张科 13. 王洪飞 14. 郭军 15. 韩凯

五、项目简介：

永磁电机具有的高性能、高效率和高功率密度优势使其在潜航器、电动车辆等装备中得到广泛应用，这些装备对电机系统的噪声、功率密度和可靠性提出了苛刻的要求，在“科技兴蒙”行动重点专项等科技项目的支持下，面向国家重大需求对电机系统的新要求，在减振降噪、无传感器控制、功率密度和可靠性提升等方面开展研究并取得了突破性成果。提出了基于频率自适应复矢量 PI 控制器、宽禁带功率器件的电流谐波抑制技术，显著降低了永磁电机系统的振动噪声，提升了水下装备的隐蔽性；分别提出了反电动势变权重反馈的滑模观测器和基于反电动势预测算法的永磁同步电机无位置传感器控制技术，以及基于霍尔传感器和无位置算法的混合位置检测技术，提升了电机推进系统的功率密度和可靠性；研究了五相永磁同步电机无位置传感器控制、故障下的建模方法和容错控制策略，实现了五相电机无位置传感器运行控制以及在单相开路故障下的容错运行，进一步提升了电机推进系统的可靠性。

相关成果获授权专利 4 项，发表论文 11 篇，其中 SCI 检索 3 篇，在潜航器电推进、特种车辆电驱动等装备中得到应用，助力新型装备发展，也为“两个基地”建设贡献了力量。

六、主要支撑材料

(一) 主要知识产权等支撑材料目录

序号	知识产权类别	名称	国家(地区)	授权号	授权公告日	发明人	权利人	应用方式
1	发明	一种基于无差拍反电动势预测的永磁同步电机转子位置和速度估算方法	中国	202010483984.9	2022.04.05	安群涛；陈长青；赵蒙；马腾；葛凯华；杨宇达	哈尔滨工业大学	自用
2	发明	一种基于麦克风阵列噪声监测的电机降噪系统及方法	中国	202010589963.5	2024.05.17	苏锦智；张继鹏；刘慧博；廖雪松；孙瑞杰	包头长安永磁电机有限公司	自用

3	发明	一种轮毂电机的分段偏心集成式磁极结构	中国	202110244452.4	2022.11.25	张继鹏；苏锦智；刘慧博；王飞；郑永；张雄；白继刚；张泉	包头长安永磁电机有限公司	自用
4	发明	一种用于水下航行器的双定子永磁同步电机	中国	202110897637.5	2022.12.20	张继鹏；苏锦智；廖雪松；孙瑞杰；孙建国；王辉；徐英振；王飞；侯政良	包头长安永磁电机有限公司	自用

(二) 代表性论文

- [1] Zhao, M.; An, Q.*; Chen, C.; Cao, F.; Li, S. Observer Based Improved Position Estimation in Field-Oriented Controlled PMSM with Misplaced Hall-Effect Sensors. *Energies* 2022, 15, 5985.
- [2] Cao, F.; An, Q.*; Zhang, J.; Zhao, M.; Li, S. Variable Weighting Coefficient of EMF-Based Enhanced Sliding Mode Observer for Sensorless PMSM Drives. *Energies* 2022, 15, 6001.
- [3] B. Tian, M. Molinas, Q. An*, B. Zhou and J. Wei, "Freewheeling Current-Based

Sensorless Field-Oriented Control of Five-Phase Permanent Magnet Synchronous Motors Under Insulated Gate Bipolar Transistor Failures of a Single Phase," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 69, no. 1, pp. 213-224, Jan. 2022.

[4] Q. An*, C. Chen, M. Zhao, T. Ma and K. Ge, "Research on Rotor Position Estimation of PMSM Based on Hall Position Sensor," 2021 IEEE 16th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), Chengdu, China, 2021, pp. 2088-2094.

[5] Ziqi Lin; Quntao An*; Chenglong Xie. SiC-Based Inverter Fed High-Speed Permanent Magnet Synchronous Motor Drive. 2020 5th Asia Conference on Power and Electrical Engineering (ACPEE).

[6]苏锦智,张继鹏,安群涛.基于频率自适应复矢量 PI 控制器的 PMSM 电流谐波抑制策略[J].电机与控制应用,2021,48(12):30-36.

[7]苏锦智,张继鹏,安群涛,王辉,张伟峰.基于无位置传感器的潜航器集成电机推进系统[J].数字海洋与水下攻防,2023,6(02):246-250..

[8]苏锦智,张继鹏,安群涛,肖峰,张伟峰.基于霍尔传感器的低噪声推进电机驱动系统[J].数字海洋与水下攻防,2023,6(01):106-110.

[9] 刘慧博,黄前柱.基于模型预测控制的永磁同步电机参数辨识[J].微电机.2021,54 (09)

[10] Huibo Liu, Haoxin Chen, "Improved high-order sliding mode control of feedback linearized PMSM for tram" Proceeding - 2021 China Automation Congress,2021, pp. 4525-4529

[11] Huibo Liu, Chong Zhang, Qianzhu Huang, "Model Reference Adaptive Parameter Identification of PMSM Based on Single-Loop Model Predictive Control", Proceedings of the 40th Chinese Control Conference, 2021, pp.1365-1372