

2026年度内蒙古自治区科学技术奖提名项目公示

一、项目名称：低速高精度交流永磁伺服电机系统关键技术及应用

二、提名奖项类别：科技进步奖

三、提名者：包头市科学技术局

四、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 4.内蒙古工业大学

五、主要完成人：1.安群涛 2.苏锦智 3.刘慧博 4.张继鹏 5.郑永 6.王飞 7.薛志安 8.孙瑞杰 9.肖峰 10.付荣华 11.廖雪松 12.张雄 13.徐英振

六、项目简介：

作为航空航天、高端制造与精密仪器等领域的核心执行机构，低速高精度交流永磁伺服电机及其驱动控制系统长期工作在高动态跟踪、频繁负载扰动、大温差、复杂电磁噪声等恶劣工况下，控制性能提升面临显著制约。为此，在内蒙古自治区科技计划等资助下，本项目历经多年研究与实践，完善了低速高精度永磁伺服电机设计及高性能控制理论，攻克了转矩波动抑制困难、控制性能受限、扰动抑制能力不足等关键科学问题与技术瓶颈，显著提升了系统综合控制性能。

研制的低速高精度交流永磁伺服电机和高性能伺服驱动系统应用于高精密切削转台等装备中，技术指标达到国际先进水平，解决了高精度系统用伺服电机和驱动器的“卡脖子”问题。

七、主要知识产权等支撑材料

[1]一种高永磁体利用率的永磁直驱电机及其级联电机,中国发明专利,ZL202310328070.9,授权日 2024.11.26, 苏锦智;张继鹏;刘慧博;张晓明;王飞;郭军;付荣华;肖峰;张伟峰,包头长安永磁电机有限公司,有效.

[2]一种高转矩密度双调制环磁齿轮及其复合永磁电机,中国发明专利,ZL202410193187.5, 授权日 2024.10.25, 苏锦智;张继鹏;刘慧博;张晓明;王飞;高志勇;张雄;王洪飞;魏贞;王科举;菅一帆;张伦;郭宇峰;贾睿智;张永鑫;孔祥明.包头长安永磁电机有限公司,有效.

[3]一种高转矩密度的轴向磁通磁齿轮复合永磁电机,中国发明专利,ZL20231036773.0,授权日 2024.06.14,张继鹏;刘慧博;苏锦智;张晓明;王飞;张伟峰;郑永;肖峰;韩凯;石文杰;张科;赵阳;支波;郭军.包头长安永磁电机有限公司,有效.

[4] 李碧政,廖雪松,徐英振,等.永磁环形力矩电机驱动转台伺服系统的多目标鲁棒控制研究[J].专用汽车,2023,(9):28-30.

[5] 廖雪松,徐英振,张科.永磁交流伺服电机齿槽转矩抑制技术研究[J].造纸装备及材料,2023,52(7):9-11.

[6] 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 (2): 246-250.

[7] 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 (1): 106-110.

[8] 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.

[9] 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.

[10] B. Tian, J. Wei, M. Molinas, R. Lu, Q. An and B. Zhou, "Neutral Voltage Modeling and Its Remediation for Five-Phase PMSMs Under Single-Phase Short-Circuit Fault Tolerant Control," in *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, vol. 8, no. 4, pp. 4534-4548, Dec. 2022.

[11] F. Yao, Q. An and L. Sun, "Voltage Stabilization Analysis of a Harmonic Excitation Generator Employing Armature Current Auxiliary Self-Excitation Scheme Under Variable Load Conditions," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 69, no. 6, pp. 5432-5441, June 2022.

[12] Y. Wu, Y. Lu, S. Li and Q. An, "Active Disturbance Rejection Control Based Deadbeat Predictive Current Controller for CSI-Fed SPMSM Systems," *2024 IEEE 10th International Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC2024-ECCE Asia)*, Chengdu, China, 2024, pp. 2559-2563.

[13] J. Jiang, X. Sun, L. Sun and Q. An, "A Complex Coefficient Low Pass Filter Based Sliding Mode Observer for SPMSM Sensorless Control," *2024 IEEE 10th International Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC2024-ECCE Asia)*, Chengdu, China, 2024, pp. 2225-2229.

[14] X. Sun, J. Jiang, M. Zhao, Q. An and Y. Cui, "Improved Adaptive Law-Based Sliding Mode Observer for Sensorless Control of PMSM," *2024 IEEE 10th International Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC2024-ECCE Asia)*, Chengdu, China, 2024, pp. 1396-1400.

[15] 赵昕博, 刘慧博. 基于扩展电压矢量的三矢量模型预测电流控制策略[J]. 电子测量技术, 2024, 47(12): 91-99.

[16] 刘泓杉, 刘慧博. 基于径向基函数神经网络的永磁同步电机转速自适应控制策略[J]. 电子器件, 2023, 46(6): 1552-1560.

[17] 刘慧博, 张翀, 黄前柱. 永磁同步电机无模型自适应滑模补偿预测控制[J]. 机械设计与制造, 2024, (4): 165-171.

[18] 闫志浩, 刘慧博. 机床用电机模型预测控制优化[J]. 自动化应

用,2023,64(12):132-135.

[19] 迟世伟,刘慧博.基于前馈补偿的永磁同步电机自抗扰控制[J].电机与控制应用,2023,50(1):9-13.

[20] 吴登照,刘慧博,雒浩名.基于复合控制的变频压缩机负载扰动抑制[J].电工技术,2022,(20):30-32+35.

[21] 雒浩名,刘慧博.一种基于 120° 坐标系的 SVPWM 过调制算法[J].电工技术,2022,(17):27-30.