**一、项目名称：永磁电机新技术的应用及研究**

**二、项目简介：**

**切向结构永磁电机**相对于径向结构，切向结构永磁电机的漏磁系数大，但切向结构每极磁通由两块永磁体产生，具有聚磁作用，可提供较高强度的磁通。

**无铁心永磁电机**具有低损耗、高效率、无齿槽转矩、安装方便等特点，被众多学者青睐。相对于有铁心电机，无铁心电机重量可减轻70％～80％，效率可大于90％。

 **超导电机**效率高，体积质量轻，噪声小，寿命长，生产和维护成本低，负序能力和系统稳定性强。在风力发电领域，无铁心电机、超导电机具有较好的应用前景。

 主要研究内容及创新点

 (1)重点研究了切向结构永磁电机。提出了定量表征切向结构永磁电机“聚磁程度”的方法；提出了切向结构电机发生聚磁效应时极对数应满足的条件;提出了切向结构永磁同步电机中磁钢厚度约束条件的概念;开展了辅助磁极的研究，给出了辅助磁极结构设计的推荐方案;引入非导磁衬套，研究了衬套厚度等因素与气隙磁密、漏磁的关系;提出了切向结构永磁电机结构优化的两种方案;提出了基于切向结构永磁同步电机的混合励磁电机方案.

 (2)研究了一种基于halbach列转子的无铁心永磁电机。探讨了halbach列每极磁钢数对气隙磁密谐波含量和幅值的影响，给出了每极磁钢数的推荐值。

 (3)传统电机方案中，关于无铁心或halbach列的研究常常是分别独立开展的，项目将无铁心和halbach列结合在一起，提出了“无铁心+halbach列”电机方案。对比分析了风力发电永磁电机分别采用“无铁心+表贴结构”、“无铁心+halbach结构”等方案的可行性。

 (4)对比研究了几种超导电机。对热转子超导电机、冷转子超导发电机和空气心超导电机等方案，进行了归纳、总结。分别从磁路、电机性能、设计依据和可靠性等角度，探讨了传统旋转电机、空气心超导旋转电机、铁心超导旋转电机。分析了超导电机在效率、无功功率容量、系统稳定性等方面的优良品质及其在风力发电机领域中的应用优势。

 本成果研究的永磁电机具有效率高，结构简单等特点，已分别在上海金陵电机股份有限公司和罗托克阀门控制技术（上海）有限公司等单位得到应用和推广。近三年新增产值880.1万元。

本成果在国内外期刊和国际会议上发表论文12篇，被他引132次，授权国家发明专利1项，实用新型专利5项。培养本科生和研究生50余名；本成果的应用推广取得了良好的经济、社会和环保效益，推动了高效、节能电机产品的发展，及其新型电机行业的人才培养和科技进步。

1. **知识产权情况**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 国 别 | 知识产权类别 | 授权号 | 名 称 |
| 中国 | 发明专利 | ZL200910052400.6 | Halbach阵列并列转子混合励磁无刷同步电机 |
| 中国 | 实用新型专利 | ZL201020652579.7 | 一种外转子磁通切换双凸极电机 |
| 中国 | 实用新型专利 | ZL201020652601.8 | 具有聚磁效应的外转子磁场增强型磁通切换双凸极电机 |
| 中国 | 实用新型专利 | ZL201020652578.2 | 永磁外转子双凸极电机 |
| 中国 | 实用新型专利 | ZL201120255319.0 | 低风阻磁通切换电机 |
| 中国 | 实用新型专利 | ZL201320331803.6 | Halbach阵列并列转子混合励磁同步电机 |

1. **发表论文情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文著作 | 通讯作者 | 被 SCI、EI收录 | 引用次数 |
| 1 | 切向结构永磁同步电机中磁钢厚度对性能的影响 | 赵朝会 | 是 | 6 |
| 2 | 切向结构永磁同步电机的结构优化 | 赵朝会 | 是 | 5 |
| 3 | 切向结构永磁同步电机的非导磁衬套研究 | 赵朝会 | 是 | 7 |
| 4 | 切向结构永磁同步电机极对数的选择 | 赵朝会 | 是 | 14 |
| 5 | 切向结构永磁同步电机辅助磁极的优化 | 赵朝会 | 是 | 17 |
| 6 | Halbach列旋转电机气隙磁密波形特性 | 赵朝会 | 否 | 7 |
| 7 | 径向和切向结构永磁同步发电机的比较研究 | 赵朝会 | 否 | 27 |
| 8 | 新型无铁心永磁直驱风力发电机 | 赵朝会 | 否 | 3 |
| 9 | 永磁同步电机气隙磁密影响因素的分析 | 赵朝会 | 否 | 41 |
| 10 | A Novel Tangential Radial Hybrid Excitation Synchronous Variable Frequency Aircraft Generator | 宁银行 | 是 | 2 |
| 11 | 超导发电机的研究现状及发展前景 | 赵朝会 | 否 | 3 |
| 12 | State of the art and perspectives of Superconducting Generator | 赵朝会 | 是 |  |

1. **主要完成单位**

上海电机学院、上海金陵电机股份有限公司

1. **主要完成人**

赵朝会、林建华、杨卫平、宁银行、赵清、徐惠、虞晨皓