**18. “高功率密度电机系统非线性时变表征与可靠运行机制”重大项目指南**

电机系统是由电机、变流器、控制器组成的复杂电气系统，是支撑经济发展和国防建设的重要能源动力基础。高端数控机床、机器人、全电飞机、全电化推进的高技术船舶、电动汽车等都属于《中国制造2025》制造强国战略重点发展领域的内容，其中高功率密度电机系统是上述重要装备的动力核心，是这些装备向高端化发展的关键。应用领域的不断拓展与运行工况的复杂多变，使高功率密度电机系统面临更多的约束条件、目标需求与不确定扰动，受多物理因素交互作用的影响更为凸显，进而演化为复杂的强耦合非线性时变系统，对其可靠性和安全性提出了重大科学挑战。

　　目前，高功率密度电机系统的强耦合非线性时变特征尚不明确，现有方法未充分考虑系统中不确定性因素与耦合关系，致使电机系统状态信息表征不完备，难以实现多约束条件与多目标需求下系统参数精确匹配，无法满足系统高稳定性和高可靠性需求。因此，迫切需要通过研究电机系统内部多物理因素交互问题，阐明复杂工况下电机、变流器、控制器间性能演化规律，建立完备的电机系统动态耦合模型，揭示工况表征、系统参数与性能指标间非线性时变作用规律与参数耦合机理，探明电机系统协同调控与可靠运行机制，从而形成高功率密度电机系统设计、运行、控制基础理论和科学体系。

　　一、科学目标

　　面向国家装备制造高端化发展的重大需求，围绕高功率密度电机系统的可靠性与安全性，研究高功率密度电机系统多物理因素映射规律与耦合机理、协同调控机制与综合设计方法、服役规律与可靠运行机制。通过分析多工况、多物理因素下电磁材料的交互作用机理，揭示电机系统多物理因素共同作用下电磁材料特性与系统参数间的非线性时变映射规律，阐明电机、变流器与控制器参数间耦合机理与优化匹配规律，构建电机系统动态耦合模型，提出多约束条件与多目标需求下电机系统协同调控机制与综合设计方法，探明极端工况下电机系统故障演化规律，揭示复杂工况下高功率密度电机系统服役特性和可靠运行机制。

　　二、研究内容

　　（一）高功率密度电机系统多物理因素映射规律与耦合机理。

　　研究高功率密度电机系统中多物理因素交互作用下电磁材料工作特性，阐明多工况、多物理因素下电磁材料的耦合作用机理；研究高功率密度电机系统中电、磁、温度、应力和流体等多物理因素精细建模方法与求解算法；探明电机系统多物理因素共同作用下电磁材料特性与系统参数间的非线性时变映射规律，揭示多约束条件下高功率密度电机系统内部物理因素动态耦合作用机制。

　　（二）高功率密度电机系统协同调控机制与综合设计方法。

　　阐明多物理因素交互作用下电机、变流器与控制器参数间耦合机理，建立复杂约束条件下高功率密度电机系统动态耦合模型；研究多目标需求下电机系统高品质控制与稳定域确定方法，揭示高功率密度电机系统协同调控机制；研究工况特征对电机系统综合优化影响机理，探明复杂工况下电机系统参数的非线性时变特征与优化匹配规律，提出高功率密度系统综合设计方法。

　　（三）高功率密度电机系统服役规律与可靠运行机制。

　　研究复杂运行条件下高功率密度电机系统的损伤效应和故障机理，探明极端工况下电机系统故障演化规律；探索电机系统服役特性与工况综合表征的非线性映射关系，建立多重故障因素作用下电机系统可靠性复杂退化模型及故障监测与防控机制；形成复杂工况下电机系统可靠性评估方法，揭示高功率密度电机系统可靠运行机制。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“高功率密度电机系统非线性时变表征与可靠运行机制”，申请代码1选择E0707（以上选择不准确或未选择的项目申请将不予受理）。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过1500万元/项（含1500万元/项）。

　　（三）本项目由工程与材料科学部负责受理。