

doi:10.1631/FITEE.1500298

题目: 适用于混合动力汽车的表贴式永磁同步电机初始位置估算

目的: 混合动力汽车采用表贴式永磁同步电机作为辅助动力, 并采用价格低廉且性能可靠的开关霍尔位置传感器提供转子角度信息。然而, 霍尔开关位置传感器初始位置测量精度为 $\pm 30^\circ$ (电角度), 使得永磁同步电机在汽车启动阶段提供的最大电磁转矩受到限制。因此, 本文对表贴式永磁同步电机非线性 (磁饱和) 模型进行了研究, 并依据非线性模型进行较准确的初始位置估算。

创新点: 1. 采用新颖的永磁同步电机非线性数学模型, 推导出磁饱和和特征函数以及转子位置信息; 2. 采用混合注入法 (注入高频电压矢量和直流电压矢量) 估算转子位置, 其中直流电压用于改变铁芯饱和度, 而铁芯饱和度又将调制高频电流响应。结合一种特殊的解调算法便可从高频电流响应中获得磁饱和和特征函数以及转子位置信息。

方法: 1. 研究了表贴式永磁同步电机的磁饱和和数学模型, 并采用 Ansoft/Maxwell 软件对其进行了验证; 2. 根据磁饱和模型提取出磁饱和和特征函数 f_{sat} , 并初步用于估算磁极位置 (误差 $\pm 25^\circ$); 3. 在估算的转子磁极方向上注入直流激磁电流, 使铁芯更加饱和, 呈现凸极效应 ($L_{qq}/L_{dd} > 1$); 4. 由于铁芯更加饱和, 可采用位置观测器获得较精确的转子位置; 5. 通过 MATLAB/simulink 和实验进行了转子位置估算。

结论: 1. 在定子绕组中注入直流激磁电流, 营造磁饱和效应; 2. 采用解调算法 (2 个二阶带通滤波器和 3 个一阶惯性滤波器) 可提取饱和度和特征函数和转子位置信息; 3. 本位置估算实施简单, 提高了表贴式永磁同步电机初始位置检测精度。

关键词: 表贴式永磁同步电机; 初始位置估算; 非线性模型; 混合注入法; 位置观测器