

2019年招生计划
六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介
<div>1. 博士论文研究方向： 电动车电驱动控制系统效率优化技术研究</div> <div>选题类别：<div><div><input type="checkbox"/>基础性研究</div><div><input checked="" type="checkbox"/>应用性研究</div><div><input type="checkbox"/>工程技术攻关研究</div></div><div><div><input type="checkbox"/>新开辟的研究方向</div><div><input checked="" type="checkbox"/>已有研究方向的继续</div><div><input type="checkbox"/>其他</div></div></div>
<div>2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介</div> <div>1、选题背景及意义 国外电动车电驱动控制系统研发机构充分考虑电驱动系统和电池系统发展现状，在不牺牲产品性能的基础上，通过产品硬件选型设计和软件算法改进，尽量降低功率器件带来的损耗，主要包括IGBT模块的导通损耗、开关损耗，X电容的电流脉冲损耗，铜排的电流损耗等部分；国内研发机构虽然在软件算法方面有一定的效率优化经验，但是受限于大功率半导体技术的限制，目前大多仍处于追赶阶段，且在产品效率和噪声、EMC等方面的性能平衡仍有待改进。随着功率半导体材料技术的发展，以及整车电压等级的逐渐提高，国内外电动车电驱动控制系统研发机构会进一步优化产品设计，在平衡产品成本和性能的权衡中逐渐提高功率器件开关频率，降低产品功率损耗，为整车续驶里程的进一步增加提供保证。 综上，博士选题将针对电动车电驱动控制系统效率提升的难题，重点开展载频动态调整、不连续脉宽调制、过调制、相电压补偿等方面的研究工作。</div> <div>2、主要研究内容 目前电动车的电机控制大多采用矢量控制算法，其转矩响应比发动机快一个数量级，可以满足车辆的要求。电驱动控制系统的核心需求为高效率，效率的提升一方面可以增加整车的续驶里程，另一方面可以有效的控制热损失，降低重量，提升电驱动控制系统的功率密度。针对电驱动控制系统效率提升问题，主要开展如下研究内容： (1) 载频动态调整：电驱动控制系统的损耗主要来自逆变器的开关部分，研究载频动态调整技术，其基本原理是根据电机不同转速来动态调节载波频率。对于电机低转速运转情况下，高的开关频率会使得开启损耗和关断损耗大幅度增加，而开关损耗又是控制器损耗的主导因素，所以低转速情况下应该尽量减小控制器的开关频率，从而实现在控制谐波的前提下尽量减小损耗。而随着电机转速增加，这时候控制器的开关频率如果太低，必然会使得电压的谐波增加，所以必须牺牲一定的效率来降低谐波，所以这时候就需要增加控制器开关的频率。 (2) 不连续脉宽调制：目前应用最广泛的PWM技术是正弦PWM调制 (SPWM) 和空间矢量PWM调制 (SVPWM)，这两种技术的调制波都位于其对应载波的峰值之间。因此，这两种调制波为连续PWM调制 (CPWM)，其逆变器的开关损耗是相同的。不连续脉宽调制 (DPWM) 的基本思想是通过在调制波中加入零序分量，使得加入零序分量的调制波幅值在一段时间内等于其对应载波的正峰值或负峰值，使调制波始终大于或者小于对应载波，从而使功率开关管状态保持不变，但与此同时也会使逆变器的输出波形谐波含量增加 (3) 过调制：通过引入过调制控制技术，逆变器由正弦输出过渡到方波输出，可以使输出基波电压最大值提高10%，因此过调制能够有效的扩展电机恒功率运行区域，提高电机输出功率和输出转矩。但同时，由于过调制使逆变器输出的电压脉冲数下降，一个正弦周期内斩波次数减少，最终逆变器进入180° 导通的六拍工作方式，使得输出电压的低次谐波含量增加引起电机电流谐波增大，运行性能将受到影响。 (4) 相电压补偿：上述的载频动态调整技术、DPWM技术和过调制技术一方面可以通过降低开关损耗的导通损耗提升系统效率，另一方面也会使逆变器的输出波形谐波含量增加，谐波含量增加会降低电驱动控制系统各个方面的性能。通过研究误差电压形成原理，推出电压逆变器数学模型，进行相电压补偿。传统的电压补偿一般为定值补偿，而且需要电流的极性信息，由于零电流钳位现象，使过零点附近的电流极性检测异常困难，电流极性的误判反而会加剧总谐波失真 (THD) 值。提出一种不依赖电流极性检测的实时在线相电压补偿相技术，从本质上避免由于电流极性误判引入的误补偿，而且根据工况确定补偿电压的大小。</div>