2022年招生计划

三、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1.博士论文研究方向： 光机电一体化装备高速高精度运动控制

选题类别：☐基础性研究 ■应用性研究 ☐工程技术攻关研究
☐新开辟的研究方向 ☐已有研究方向的继续 ☐其他

2.博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

电子制造业是我国的重要支柱产业，但存在众多“卡脖子”难题，高端电子制造装备严重依赖进口。在国际竞争和贸易摩擦日益激烈的背景下，甚至遭遇如高精度光刻机、全自动贴片机等高端装备全球断供的打击，产业链安全问题日渐突出，研制高端电子制造装备对提高我国电子制造业的自主可控水平意义重大。电子制造装备的典型代表是光机电一体化装备，是集成光学、软件、控制、机械为一体的高端智能装备，其典型特点是涉交叉性强，集成度高，核心性能指标是高精度、高速度和高稳定性。然而极其复杂的系统结构、诸多干扰与不确定因素、设备自身的硬件约束等不利条件，严重限制了光机电一体化装备“精、快、稳”性能的提升。

针对上述问题，现存主流方法在提升光机电一体化控制系统精度问题上大体可划分为两类：第一类可归纳为基于模型辨识的鲁棒控制方法，主要通过对运动控制系统机理模型和系统参数的实验辨识，实现对系统的先验知识获取，再结合鲁棒方法对未建模动态和外界干扰进行控制。此类精度提升方法虽取得了很好的效果，但控制精度取决于模型辨识精度，目前已接近系统平台精度瓶颈；另一类方法可称为基于神经网络辨识的控制方法，此类方法在神经网络节点和层数足够大的情况下，实现了更好的控制精度，但巨大的计算负担是其实际应用的重要障碍。

本课题针对光机电一体化装备运动控制系统，围绕高速高精度的性能需求，从低计算量高精度控制方法的研究视角，实现光机电一体化系统的“精、快、稳”性能提升，主要研究内容包括：

1）光机电一体化装备多学科融合建模：主要根据光机电一体化装备的特点，利用力学和机械知识对其运动系统进行建模，建模过程中考虑到柔性结构特点、振动频率、多轴协同等影响，实现融合建模。

2）低计算量智能辨识方法研究：利用神经网络的强大辨识能力来实现模型的学习和逼近，提高控制精度，但过程中为克服神经网络的高计算量、实时性差问题，需探索研究新型的低计算量网络结构。

3）多变量约束下的高精度运动控制：为了最大程度的发挥硬件作用，光机电一体化装备常常在高速高加速的环境下运行，在此过程中机械结构的限制、控制量的饱和、力&力矩的限制等多变量约束成为量高精度控制的重要障碍，本课题将针对此多变量约束下的运动控制开展研究。

4）轨迹规划与控制一体化方案：现有光机电一体化装备中所涉及的规划与控制问题是独立进行的，即规划过程中不考虑控制的影响，控制过程中将规划的轨迹作为已知信息处理，从全局角度看，这并非高速高精度控制系统的最优方案，本课题将从规划与控制一体化角度探索最优方案，提升装备整体性能。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金