2021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

1.博士论文研究方向： 液压元件小型化理论

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

目前液压元件与系统有80%应用于运载设备、机器人和飞行器等移动装备，且其所占移动装备的重量和体积比较大，因此，其轻量化是提高移动装备的续航能力、机动性能、有效载荷和能源效率等的核心解决方案，具有着重要意义和广阔的前景。但国内现有的液压元件与系统在实现轻量化方面仍存在以下问题：一是现有的液压缸、液压油源和液压集成单元作为液压系统重要元部件存在结构复杂、功重比低、多功能集成性差和能量利用率低等问题；二是由于国外先进的轻量化技术不公开，而国内研究起步较晚，轻量化水平不高，至今难以形成轻量化设计理论、制造工艺和示范产品。因此液压元件与系统的轻量化小型化设计及其轻量化设计理论的深入研究是提高我国液压元件和系统竞争力的关键。

液压油箱是液压油源的关键元件，主要功能是贮存液压油液和散热，液压油箱的表面积越大，散热越快；液压油箱材料的换热系数越大，散热越快。因此为满足油箱散热性能要求，油箱的尺寸必须足够大，材料通常采用换热系数大的金属材料，因此油箱体积和重量都比较大。

本课题主要开展液压油箱小型化和轻量化理论研究，设计液压油箱紧凑布局方案，研究液压油箱热力学特性及优化方法，探索液压油箱与散热冷却装置的优化设计方法，开展新型散热结构的设计及散热特性的研究。主要内容包括：

1液压油箱小型化轻量化设计基本理论研究，主要研究液压油箱布局及元件选型的基本理论，针对不同拓扑结构进行结构布局优化，研究液压油箱小型化集成化优化设计准则，对不同结构布局进行仿真及实验对比分析；

2液压油箱热力学特性研究，主要研究液压油箱热力学特性仿真方法，针对不同结构布局形式，开展液压油源换热特性仿真及实验研究。

3液压油箱新型散热系统研究，主要研究液压油箱的新型散热结构，开展新型散热结构的热力学特性仿真及试验研究，对新型散热结构进行改进优化等。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家重点研发计划

2021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

1.博士论文研究方向： 微流控快速检测

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

以微流控技术为核心的疾病即时诊断技术正逐渐成为控制传染疾病蔓延以及野外和偏远地区疾病诊断等最为有效和快捷的方式之一，被认为有望在疾病即时诊断和环境监测等涉及生物化学反应领域带来技术进步和革命，已被列为21世纪最为重要的前沿技术之一。然而除芯片外，由于微流控系统的组成元件仍然使用常规尺寸气动元件，使得微流控系统体积庞大，结构复杂，难以与微流控芯片本身集成为一个完整的系统，成为气动微流控芯片进一步高度集成化的最大障碍，使得微流控芯片很难达到便于携带的最终目标。因此，本项目目的在于通过微器件和系统的研发并与智能控制和通讯技术相结合，实现微流控系统的小型化、集成化、智能化和便携化，从而满足野外、战场、缺少医疗设施的偏远地区以及家庭的远程智能生物医学及时检测和给药的需要。

开展快速检测微流控芯片设计及制备研究。微流控芯片的关键技术是利用感光干膜进行快速、低成本的微流控芯片制备工艺，主要包括PDMS玻璃杂交微流控芯片、PDMS微流控芯片、带检测电极的微流控芯片、PS微流控芯片等，可快速制备多种用途的微流控芯片。

开展气压驱动模块和智能控制器及控制算法研究。为了解决常规气动微流控芯片气压驱动模块体积大，封装难，成本高、难以实现网络化、智能化等问题，研发的微流体气压驱动模块及控制器如图2所示，其核心技术是采用微型步进电机的气压控制微阀，实现微小流量液体的精确控制，为微流控系统提供满足一定压力、流量等指标要求的微小流量。微型压力传感器实时检测出口处的气体压力值并将其输出给经滤波电路模块，对此压力信号进行去除噪声处理，以获得稳定准确的压力信号，并将其送入微控制器，在微控制器中具有稳定可靠、高控制精度的控制程序，通过程序的自动运行，当微型压力传感器采集的压力信号与所设定的压力值不同时，即存在偏差，微控制器输出一定的控制信号给驱动器，通过功率放大电路将微弱的小功率控制信号进行功率放大，进而驱动多个微型步进电机协调动作，进一步驱动和控制封装在微流控芯片上的微阀驱动器，通过微阀驱动器的动作改变在其下层的微流道的过流开口面积，并通过多个微阀驱动器的协调动作，实现对双T串联型微流控芯片上的微流道中气体压力和流量的稳定、精确的调节和控制。

开展基于物联网的通讯模块设计，包括WIFI、GPRS等模块，在微控制器的作用下，可与任意安装了相应应用程序的智能移动设备进行实时监测和控制，可方便地实现无线、远程和网络化控制。并且，预留了通用计算机和采集控制卡的接口，方便用有线的方式，搭建计算机控制系统，进行二次开发，以满足不同的应用需求。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

横向