

2024年招生计划		
四、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： 微流控生物医学检测		
选题类别： <input type="checkbox"/> 基础性研究 <input checked="" type="checkbox"/> 应用性研究 <input type="checkbox"/> 工程技术攻关研究 <input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向 <input type="checkbox"/> 已有研究方向的继续 <input type="checkbox"/> 其他		
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介		
<p>微流控系统由于具有高度集成、快速、避免交叉污染等特点，目前在生物医学检测和化学分析等领域有着越来越广泛的应用，从化学反应、药物开发、疾病现场检测、有机物合成到体外细胞试验，微流控系统已成为化学、生物和医学研究不可缺少的试验平台。微流控系统可以通过微小流体驱动及控制元件的动作实现微量生物医学样品的移动、混合、分离等功能，因此成为生物医学检测装置的重要驱动和控制形式。目前基于分子生物学的生物医学检测方法越来越成为重要的检测手段之一，尤其新冠疫情的出现，使得核酸提取和基于PCR的病毒检测技术得到广泛应用，在疫情防控过程中发挥了重要作用。但目前核酸提取和PCR检测过程仍然比较复杂，需要大量的人工和手动操作，因此检测周期长，容易出现样品的交叉污染。针对目前病毒快速检测装置存在的问题，本课题拟开展集成核酸提取和液滴数字PCR的微流控快速检测装置研究，主要内容包括： 1微流控气压驱动系统研究，目前以气压驱动作为驱动源微流控系统其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，本课题研究内容之一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，满足核酸提取和PCR检测微流控系统的小型化、集成化、智能化和便携化需要。 2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，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。 3基于集成核酸提取和液滴数字PCR的微流控快速检测试剂优化，核酸提取和液滴数字PCR检测的试剂配比需针对微流控检测装置的特殊检测操作进行优化设计，本课题拟针对某一病毒，例如新型冠状病毒，RNA复制酶高度保守区设计特异性引物，研制与其他病毒无交叉设计，特异性强，检测灵敏度高的PCR检测试剂，研制适合于微流控检测系统、能够实现高效高可靠快速检测的试剂配比。</p>		
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况		
横向		

2024年招生计划
四、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： 二氧化碳相变做功机理及气体炮发射技术</div> <div>选题类别：<input type="checkbox"/>基础性研究 <input type="checkbox"/>应用性研究 <input type="checkbox"/>工程技术攻关研究</div> <div><input type="checkbox"/>新开辟的研究方向 <input checked="" type="checkbox"/>已有研究方向的继续 <input type="checkbox"/>其他</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> <p>二氧化碳由于具有临界温度接近常温、便于液态贮存、受热膨胀时易产生高压等特殊的物性，在储能、制冷、致裂、爆破和灭火等领域得到越来越广泛的应用。尤其利用二氧化碳的特殊性质实现气体爆破、清障和灭火等技术在军事应用上有着十分重要的地位。超临界二氧化碳流体是指当温度和压力分别处于临界温度（31.1℃）和临界压力（7.38MPa）以上的二氧化碳流体，其既具有与气体相当的较高的渗透能力和较低的黏度，同时又具有与液体相近的高密度和较好的溶解能力。</p> <p>二氧化碳气体炮则是一个利用二氧化碳超临界相变做功原理产生高压爆破气流，在短时间内释放内能，从而推动弹丸产生冲击和爆破力的一种装置。该装置由于具有体积小、重量轻、携带方便等特点，在抢险救灾和应急救援中能够发挥重要的破障清障作用，因此对灾害过程中保障生命及财产安全具有重要意义。但是目前超高压状态下超临界二氧化碳相变的热力学特性研究及相变做工机理研究还很不完善。</p> <p>因此，本课题主要研究内容包括：</p> <div>1 二氧化碳相变做功机理研究</div> <div><div>（1）超临界二氧化碳物性演变规律及物性参数研究，分析不同物态下二氧化碳分子间作用力及宏观参数演变规律。</div><div>（2）二氧化碳相变激发热力学及能量输入输出规律分析，研究二氧化碳超临界物性变化规律，以及热能输入与超临界二氧化碳物性变化规律。</div><div>（3）超临界二氧化碳膨胀做功机理研究，研究超临界二氧化碳膨胀过程中的物性参数变化，以及膨胀过程中动能输出规律。</div></div> <div>2 二氧化碳相变做功发射的数学模型研究</div> <div><div>（1）二氧化碳相变激发热力学数学模型研究，分析不同二氧化碳相变激发热力学数学模型的计算精度及适用性，研究适用于二氧化碳相变激发的热力学数学模型建模方法，对数学模型关键参数进行研究。</div><div>（2）超临界二氧化碳膨胀做功数学模型研究，分析不同二氧化碳膨胀做功数学模型的计算精度及适用性，对数学模型关键参数进行拟合。</div><div>（3）超临界二氧化碳膨胀和弹丸发射耦合数学模型研究，建立超临界二氧化碳膨胀和弹丸发射过程中的热流耦合数学模型，分析数学模型计算精度，并对模型主要参数及参数灵敏度进行研究。</div></div> <div>3 二氧化碳膨胀做功发射特性研究</div> <div><div>（1）超临界二氧化碳膨胀做功特性仿真研究，研究超临界二氧化碳膨胀过程中物性参数变化及能量输出特性的仿真模拟方法，确定仿真模拟的主要参数，对膨胀过程中超临界二氧化碳的物性参数及动能输出特性进行仿真计算。</div><div>（2）超临界二氧化碳膨胀做功特性试验研究，研究超临界二氧化碳膨胀过程中物性参数变化的试验方法，分析试验测试方法的测试精度及适用性，对膨胀过程中超临界二氧化碳的物性参数变化及动能输出特性进行试验测试。</div><div>（3）超临界二氧化碳膨胀和弹丸发射流固耦合特性仿真研究，研究超临界二氧化碳膨胀和弹丸发射的流固耦合特性仿真模拟方法，确定仿真模拟的主要参数，对超临界二氧化碳膨胀和弹丸发射的流固耦合特性进行仿真计算，对不同条件下弹丸飞出速度进行仿真分析。</div><div>（4）超临界二氧化碳膨胀做功和弹丸发射耦合特性试验研究，对不同炮管长度下和不同初始压力下超临界二氧化碳膨胀做功特性和弹丸运动的耦合特性进行试验研究，对不同条件下弹丸飞出速度进行试验测试。</div><div>（5）超临界二氧化碳高效相变激发及膨胀做功效率优化研究，对基于拉瓦尔管和二次激波推动的弹丸发射机理进行分析和论证，对膨胀做功过程中超临界二氧化碳流经的流道进行结构优化。</div></div>
<div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <div>国家重点研发计划</div>