

0807 动力工程及工程热物理

一、学科概况

动力工程及工程热物理学科是以能源的高效洁净开发、生产、转换和利用为应用背景和最终目的，以研究能量的热、光、势能和动能等形式向功、电等形式转化或互逆转换的过程中能量转化、传递的基本规律，以及按此规律有效地实现这些过程的设备和系统的设计、制造和运行的理论与技术等的一门工程基础科学及应用技术科学，是能源与动力工程的理论基础。其所涉及的主体行业对整个国民经济和工程技术发展起着基础、支撑以及驱动力的作用，在工学门类中具有不可替代的地位。

当前，随着常规能源的日渐短缺和人类对环境保护意识的增强，节能、提高能效和发展可再生及其他新能源已成为本学科的三大主要任务。人类的可持续发展必然促进能源结构向多元化的转移，以及用能设备和系统的高效低成本化、集成化、自动化、洁净无污染化。

动力工程及工程热物理一级学科的理论和技术是国民经济持续发展的支柱，是一切生产活动和科学、文化活动的驱动力，是社会日常生活的必要保证。能源动力科学与材料科学、信息科学一起，构成了现代社会发展的三大基本要素。动力工程与工程热物理的理论和技术应用于交通、工业、农业、国防等领域，与人类生活、生产实践密切相关，是现代科学技术水平的综合体现，同时它又与几乎所有的科学技术领域交叉融合，推动人类利用能源与现代动力技术的发展。本学科在国民经济和社会文化发展中的地位，将日益加强和突出。

二、学科内涵

本学科是以理论力学、材料力学、工程热力学、流体力学、传热学、传质学、燃烧学、化学反应原理及其热力学和动力学、多相流动力学、多相流热物理学、能源环境化学、材料物理与材料化学、光化学、电化学等为基础，以热能工程、动力机械及工程、流体机械及工程、制冷及低温工程、过程装备与控制、节能与环保、可再生与新能源开发与利用等为重点研究方向，涉及数学、物理、化学、力学、材料、能源资源、航空、机械、化工、仪器仪表、计算机与控制等多学科多领域，具有学科交叉集成度高，理论与工程实践结合紧密等重要特征。本学科包含有热能工程、工程热物理、动力机械及工程、流体机械及工程、制冷及低温工程、化工过程机械、新能源科学与工程、能源环境工程等 8 个学科方向。它们之间相互渗透、相互交叉、相互依存、相互促进和推动，使本学科成为内容丰富、应用广泛、持续发展、不断更新的科学与应用技术体系。

本学科的理论 and 知识基础包括工程热力学、内流流体力学、两相与多相流动力学、传热传质学、多相流热物理学、化学反应原理及其热力学和动力学、燃烧学、多相流光热化学及光电化学、多相化学反应工程学、能源环境化学、材料物理与材料化学、热物性与热物理测试技术基础、热力系统动态特性学、生物流体力学热力学及传热学、火灾学等。

本学科的研究方法包括实验研究、理论研究、数值计算和数值模拟、仿真。

三、学科范围

动力工程及工程热物理学科包括以下 8 个学科方向：

1. 工程热物理 是能源利用领域的主要基础学科，主要包括：热机气动热力学、流体动力学、传热传质、新型可持续的能源供给与利用模式和系统分析等。

工程热物理是一个体系完整的应用基础学科，就其主要研究领域应属技术学科，每一个分支学科都有坚实的理论基础和应用背景。工程热力学与能源利用分学科的基础是热力学第一、第二定律，目的是为从基本原理上考虑能源利用和环境问题提供理论与方法，其他分支学科在热力学定律基础上，拥有各具特色的理论和应用基础。热机气动热力学与流体机械分学科的理论基础是牛顿力学定律，传热传质分学科的理论基础是传热、传质定律等。

2. 热能工程 是研究能源的合理、高效、清洁转换和利用的科学，着重研究通过热能过程和装备实现能源的化学能向热能、热能再做功的能源转换和利用的原理与技术，研究和开发能量利用的新理论、新技术、新工艺（流程）、新设备和新材料等，为开发高效的节能产品，淘汰低效、耗能高的产品奠定科学理论和工程技术基础。

热能工程学科是一门应用性极强的技术学科，其主要理论基础是工程热力学、传热传质学、流体力学、燃烧学、多相流体动力学、多相流传热传质学和材料力学、材料物理与化学、材料加工工艺学。热力学的第一定律和第二定律是其研究的理论出发点，它通过新型热力循环的提出和既有热力循环的完善实现能源热功转换和利用系统的高效；通过研究化学反应动力学、燃烧学、多相流体动力学、多相流传热传质学等本学科基础理论，掌握和运用能量释放、传递过程（传热传质）的规律，研究减少热量转换与传递过程中有用能损失的方式与方法，建立热功转化过程与设备的设计原理与方法，实现能源的高效转换、节能和减排；通过研究材料力学、材料的物理与化学性能，材料的加工工艺学等，开发能量利用装备生产的新设备、新材料、新技术、新工艺等，设计开发出高效节能的新产品，实现节能、节资和提高生产效率。

3. 动力机械及工程 以热力涡轮机、内燃机和正在发展中的其他新型动力机械及其系统为对象，研究各种形式能源安全、高效、清洁转换为机械能的基本理论及其关键技术。学科涉及能源、交通、电力、航空、农业、环境等与国民经济、社会发展及国防工业密切相关的领域。

本学科的研究对象从动力系统与机械建模、仿真、优化以及动力机械与设备的气动热力学出发，不仅强调数学，物理，化学，力学，热力学，传质学，流体力学，燃烧学，计算方法，多相流理论的基础知识的积累，而且随着人类逐渐认识到环境对发展的重要性，将学科的外延扩展至燃烧理论与技术，动力机械工作过程及排放净化等领域。鉴于传统能源的日渐匮乏，发展高效、低成本的动力机械的控制理论与技术，热力机械的结构分析及设计方法，开发诸如利用新能源的新型动力机械也将是本学科未来的发展方向。

4. 流体机械及工程 主要研究各种流体机械装置中的功能转化规律及内流体力学，典型的研究对象包括叶片式压缩机、鼓风机、通风机、泵，其消耗着全国总工业用电量的 30% ~ 40%，由此可见其在国民经济与社会生活中的特殊重要地位。本学科以大型流体机械节能减排及国产化为主攻目标，同时兼顾各类先进推进系统研制、新能源开发与利用等领域的重大需

求,开展流体机械基础理论与关键共性技术研究。

本学科研究对象除继续重视传统的叶片式流体机械内部宏观流动问题之外,已拓展到微流动、物理化学流体力学、生物流体力学等内容。在研究方法上,大量先进的测量技术及计算工具已使本学科实现了从广泛使用定常流动模拟向三维、非定常、可压缩、黏性、多相流动模拟,甚至考虑随机因素影响的不确定性分析的转变。此外,研究目标从过去只注重揭示内流机理演变到重视采用各种主/被动的流动控制,流固热声电磁光多场耦合模型来提高装置综合性能上。总之,随着理论、实验、数值模拟方法的发展及与其他学科的交叉融合,流体机械及工程学科的理论基础已取得了长足发展。

5. 制冷及低温工程 基于热量由低温移至高温的逆循环中的能量传递和转换过程的基本规律,研究获得、保持和应用低温的原理、方法和相应的技术。根据温度的不同,它又可划分为制冷工程和低温工程两个领域,前者涉及环境温度到 120 K 温度范围的问题,后者涉及低于 120 K 温度范围的问题。本学科与国民经济和人民生活密切相关,随着我国国民经济的发展,它的地位越显重要。本学科在机械、冶金、能源、化工、食品保存、环境、生物医学、低温超导以及航天技术等诸多领域中有着广泛的应用,尤其是在民用制冷、商业制冷、工业制冷、生物物质速冻保鲜技术、气体液化、超导等方面发挥了不可缺少的重要作用。

制冷及低温工程学科是一门应用技术学科,其主要理论基础是热力学、传热学和流体力学。热力学是研究获得低温的方法、机理以及与此对应的循环;以传热学和流体力学为理论基础,通过研究制冷低温技术中的流动与传热传质学问题,开发高效的制冷低温机械以及设备与装置,推进制冷低温技术基础理论研究、基础实验研究,以及应用研究主要方面的全面发展和工程化进程。

6. 化工过程机械 以机械、过程、控制一体化的连续复杂系统为研究对象,着重研究流程工业所必需的高效、节能、安全和清洁的成套装备中的关键技术,是机械、化工、控制、信息、材料和力学等学科渗透融合而形成的交叉型学科。

化工过程机械是一门交叉型应用技术学科,其主要理论基础是固体力学、流体力学、热力学、传热学、化工原理和控制理论,研究实现流程工业生产所需装备的基础理论及其工程实现方法与技术。

7. 能源环境工程 是研究如何解决各类能源在开采、转化与利用过程中所产生的各种环境问题的科学,研究和开发环保节能新技术(工艺)、新设备和新材料等,实现能源的清洁生产与洁净利用,降低和消除能源利用所带来的各种环境问题,为确保能源的环境友好利用奠定科学理论和工程技术基础。

能源环境工程学科主要从事能源转换和利用过程中的污染物排放控制技术、污染物监测技术和废弃物热力处理技术的研究,以及能源利用和环境保护系统工程研究等。能源环境工程集合了热科学、力学、材料科学、机械制造、环境科学、系统工程科学等高新科学技术是一个能源、环境与控制三大学科交叉的复合型学科方向。

能源环境工程学科是一门应用技术学科,其主要理论基础是环境化学、能源环境化学、环境工程学、热力学、传热学和燃烧学。实现能源利用的可持续发展是其研究的目标,通过新能源技术的研究、新型污染物监测、控制与资源化利用技术的开发,研究减少能源利用过程中环境负担与危害的方式与方法。

8. 新能源科学与工程 以太阳能、地热能、风能、生物质能、水能、海洋能等可再生能源为对象,研究其高效、低成本转化与利用的基本理论及其关键技术。新能源科学与工程是一门针对新兴产业研究的学科方向,涉及能源、材料、化学、物理、生物等多学科交叉领域。

新能源科学与工程是一门前沿性、交叉性极强的技术科学,主要的理论基础是热力学、传热学、流体力学、多相流热物理学、多相流光热化学及光电化学、多相化学反应工程学、有机和无机化学、物理化学、能源环境化学、材料物理与材料化学、工程材料学、固体物理学、微生物学、纳米科学和技术等。实现可再生能源的高效、低成本转化与利用是其研究目标。通过太阳能、生物质能、风能、地热能、海洋能等新能源的大规模低成本高效转化与利用技术的开发,解决人类面临的能源与环境问题。

四、培养目标

1. 硕士学位

(1) 培养目标。培养德、智、体全面发展的动力工程及工程热物理学科高层次专门技术人才,能够胜任与动力工程及工程热物理学科相关的科学研究、工程设计、产品开发和教学工作。①具有本学科宽广而坚实的理论基础,系统、深入地掌握本学科的专门知识,并具有较好的综合素质、创新和创业精神;②熟悉本学科的现状、发展动态和国际学术研究前沿状况;③具有独立分析和解决本学科的专门技术问题的能力,能独立地开展具有较高学术意义或工程应用价值的科研工作;④掌握一门以上外国语,能够熟练地阅读本专业文献资料,具有一定的写作能力和进行国际交流的能力。

(2) 特征。较好地掌握本门学科的基础理论、专门知识和基本技能;具有从事科学研究工作或担负专门技术工作的初步能力。①善于把所学的理论知识运用于实际中,发现和解决实际问题;②独立思考,果断处事和独立完成某项工作的自我决策能力;③运用语言阐明自己的观点、意见的表达能力,主要包括口头表达能力和书面表达能力;④正确、有效地处理、协调好学习工作中人与人的各种关系的社交能力;⑤科学地组织人力、物力、财力、时间、信息等完成任务的组织管理能力。

2. 博士学位

(1) 培养目标。①以培养教学、科研方面的高层次创造性人才为主;②重点培养博士生独立从事学术研究工作的能力,并使博士生通过完成一定学分的课程学习,包括跨学科课程的学习,系统掌握所在学科领域的系统基础理论知识和系统深入的专门知识;③具有严谨的科学态度、良好的科研道德和团队协作精神,熟知并能熟练运用相关学科的基础理论和新技术开展本学科的科研与应用开发工作;④深入了解学科的进展、动向和最新发展前沿,提高发现问题、分析问题和解决问题的能力;⑤具有独立从事本学科的科学研究,主持较大型科研和技术开发项目,以及解决工程重大技术课题的能力,并在本学科的某一方面理论或实践取得创造性的研究成果;⑥能胜任高等院校教学、科学研究、工程技术或科技管理等工作。

(2) 特征。①善于发现问题,开展创新性研究;②独立思考,果断处事和独立完成某项工作的自我决策能力;③至少掌握一门外国语,能熟练地阅读本专业的外文资料,具有较好的写作能力,并能熟练地进行国际学术交流;④正确、有效地处理、协调好学习工作中人与人的各种关系的社交能力;⑤科学地组织人力、物力、财力、时间、信息等完成任务的组织管

理能力。

五、相关学科

数学、物理学、化学、力学、化学工程与技术、机械工程、土木工程、水利工程、石油与天然气工程、船舶与海洋工程、航空宇航科学技术、核科学与技术、材料科学与工程、计算机科学与技术等。

六、编写成员

归柯庭、苏明、严建华、杨晓光、张忠孝、姚强、谈和平、涂善东、郭烈锦、黄树红、梁惊涛、舒歌群、赫冀成。