

动力工程及工程热物理 (0807) 学科简介

一、学科概况

动力工程及工程热物理学科的研究生教育经历了从学习苏联到中国化探索再到不断扩大规模提高质量内涵式的发展过程。1954年，交通大学开设了首个内燃机和锅炉专业研究生班，同期，哈尔滨工业大学也开始招收研究生。从此开始了本学科领域研究生教育的先河。1955年到1965年是探索适合中国国情的社会主义建设道路的十年，也是研究生教育进一步中国化探索的阶段。从1978年的改革开放至今的40余年，动力工程及工程热物理学科研究生教育，经历了恢复发展、稳步发展、快速发展和内涵发展四个阶段。

动力工程及工程热物理学科服务于能源的高效洁净开发、生产、转换、存储和利用，主要研究能源的热能、光能、势能和动能等形式向功、电等形式转化或者逆向转换和传递的基本规律，以及按此规律有效实现这些过程的设备和系统的设计、制造和运行管理。动力工程及工程热物理是一门工程基础科学及应用技术科学，是能源与动力工程领域的理论基础。其所涉及的主体行业对整个国民经济和工程技术发展具有基础性、支撑性以及驱动性的作用，在工学门类中具有不可替代的地位。

当前，随着化石能源的日渐短缺和“双碳目标”的提出，节能脱碳、提高能效、开发先进动力循环和发展可再生及其它新能源已成为本学科的四大主要任务。人类的可持续发展必然促进能源结构的多元化，及用能设备和系统的高效低成本化、集成化、智能化、低碳化、洁净无污染化。

动力工程及工程热物理一级学科的理论与技术是国民经济可持续发展的科技支柱之一，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。动力工程与工程热物理的理论与技术广泛应用于工业、交通、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。在碳中和发展背景下本学科在国民经济和社会文化发展中的地位正日益加强和突出。

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、传热传质学、燃烧学、化学反应原理及其热力学和动力学、多相流热物理学、能源环境化学、材料物理化学、光化学、电化学等为基础，以热能工程、动力机械及工程、制冷及低温工程、流体机械及工程、过程装备与控制工程、节能环保与储能、可再生能源、新能源等为重点研究方向，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、人工智能等多学科多领域，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。本学科主要包含有工程热物理、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、化工过程机械、能源环境工程、新能源科学与工程、储能科学与工程等 9 个二级学科。它们之间相互渗透、相互交叉、相互依存、相互促进和推动，形成本学科内容丰富、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、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、电化学、光化学、多相化学反应工程学、能源环境化学、材料物理化学、热物性与热物理测试技术基础、热力系统动态特性学、生物热流科学等。

本学科的研究方法包括实验研究、理论研究、数值模拟等。

三、学科范围

动力工程及工程热物理学科包括以下 9 个二级学科：

1. 工程热物理

工程热物理是能源利用领域的主要基础学科，主要研究能量以热的形

式转化的规律及其应用。包括：工程热力学、传热传质学、燃烧学、热机气动热力学、流体动力学以及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；传热传质分学科的理论基础是传热、传质定律等；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。

2. 热能工程

热能工程是研究能源的合理、高效、清洁转换和利用的学科，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

动力机械及工程是研究各种形式的能源转换为机械能或电能的学科。学科以各种旋转和往复式动力机械和其他新型动力机械及系统为对象，以安全、高效、清洁、低碳为目标，开展基础理论及其关键技术的研究。学科涉及能源、电力、交通、航空航天、化工、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。

动力机械及工程学科的主要研究内容包括动力机械及系统的流动燃烧和各类能量传递转换、结构强度振动、污染排放、调节控制、智能诊断等方面。随着新能源和低碳、零碳能源动力技术的发展，以氢、CO₂、氨、氦等各类新燃料、新介质为特征的新型动力机械将是本学科未来的增长热点；随着航空航天航海（三航）活动对动力技术需求的日益提升，各类新型“三航”动力技术也成为本学科的新增长领域。

4. 流体机械及工程

流体机械及工程学科以叶片式压缩机、泵、鼓风机、通风机和正在发展中的其他新型流体机械及其系统等为对象，主要研究内流流体力学、设计优化方法、系统节能运行、状态监测与故障诊断等。学科以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，开展流体机械及工程基础理论与关键共性技术研究。

流体机械及工程学科研究内容除继续重视传统的叶片式流体机械内部流动问题之外，已拓展到微流动、物理化学流体力学、智能化技术、耐腐耐磨材料等方面。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定常流动向三维、非定常、可压缩、粘性、多相流动，甚至考虑多物理场耦合研究的转变。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/被动的流动控制方法、多学科优化设计理论等

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

制冷及低温工程学科主要研究获得并保持低于环境温度的原理与方法，探索将热量由低温环境移至高温环境的逆向循环中的能量传递规律，研究实现低温环境条件所需的系统、设备。按照研究温度范围不同，学科分为制冷工程和低温工程，制冷工程涉及从环境温度到 120K 温度范围的问题，低温工程涉及低于 120K 温度范围的问题。学科与国民经济、人民生活、科学研究紧密相关，在能源、机械、冶金、化工、食品、环境、生物、医学、超导、航空、航天、大科学装置等领域得到广泛应用。制冷空调与能源利用是节能减排的关键技术领域，也是实现碳中和目标的不可或缺的学科领域。

制冷及低温工程学科是一门应用技术学科，理论基础是热力学、传热学和流体力学。主要研究获得制冷低温的方法、机理以及相应的循环；研究制冷低温系统中的流动、传热传质和能效问题；研究环境友好的制冷低温工质问题；研究开发高效的制冷低温机械以及设备与装置；发展和推进制冷低温技术基础理论、基础实验和工程应用；以及低温环境下物质材料的特性和应用等等。近年来基于制冷热力循环原理的热泵供热获得了快速发展，热泵可以实现余热和自然热能的品位提升，实现高效供热，已经在建筑、交通和工业等领域得到广泛应用，可为实现碳中和目标提供重要技术支撑。

6. 化工过程机械

化工过程机械以过程工业涉及的机械、装备及系统等为对象，着重研究过程工业所必需的高效、节能、安全和清洁生产成套装备中的关键科学与技术问题，是机械、化工、控制、材料和力学等学科相互渗透融合而形

成的交叉型学科。

化工过程机械是一门多学科交叉融合的应用技术学科，其主要理论基础是固体力学、材料力学、流体力学、热力学、传热传质学、化工原理和控制理论、化学反应动力学等，研究化工、制药、材料、能源等过程工业所需装备的基础理论、工程实现方法与技术，化工机械以大型高温、高压反应器为核心，涉及原料制备装备、分离、纯化装备、高效换热装备、大型余热锅炉等的开发、设计、制造、安全运维等，化工机械学科正与新型的数字孪生技术结合，对提升大型过程装备的安全性、高效性发挥重要作用，是过程工业实现绿色、低碳发展的重要支撑学科。

7. 能源环境工程

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学科，主要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、废弃物热力处理技术、温室气体排放控制技术的研究，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。

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

新能源科学与工程是研究新能源（风能、太阳能、生物质能、地热能、海洋能等可再生能源）高效、低成本转化与规模化利用的基本理论及其关键技术的交叉学科。该学科针对新能源战略新兴产业，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、交叉性强的应用技术学科，主要理论基础是热力学、传热学、流体力学、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、风能、生物质能、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、环境与 CO₂ 减排等问题。

9. 储能科学与工程

储能科学与工程是能源革命的核心技术，通过储能及释能的方式将能量转化为可调、可控、可高效稳定利用的能源形式的二级学科。着重研究不同形式、不同品位能量之间的相互转化和存储的原理与技术，研究储能及释能过程中涉及到的新理论、新技术、新工艺、新设备、新材料，为发掘高效储能形式、开发高效储能产品/工艺、探索大规模储能应用奠定科学理论和工程技术基础。

储能科学与工程涉及到动力工程及工程热物理、材料科学与工程、电气工程、机械工程、物理、化学等多个领域，是一门多学科交叉融合、协同创新的学科。主要理论基础除工程热力学、传热传质学、流体力学、材料、物理与化学等相关知识外，还强调电化学、电力电气等相关学科基础知识学习。储能科学与工程应用性极强、涵盖面极广，涉及到能量转化过程的基本原理、能量转化的方向、速率、效率以及能源系统的运行调控、智能化管理等多个层面的内容，通过新型储能技术的探索、高效储能产品/工艺的开发，实现能量的高效、稳定、低成本存储，从根本上推动可再生

能源的大规模应用，全力保障国家能源安全,推动能源高质量发展。

四、培养目标

1. 硕士学位

培养目标：培养德、智、体、美、劳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) 遵守科研活动中的基本价值取向和伦理规范；

(5) 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。

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) 正确有效地协调与处理学习、工作、生活中的各种关系和社交的能力；

(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

培养目标：

(1) 以培养教学、科研方面的高层次创新性人才为主；

(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新性的研究成果；

(6) 遵守科研活动中的基本价值取向和伦理规范；

(7) 能胜任高等院校和科研单位的教学、科学研究、工程技术或科技管理等工作。

特征：善于发现问题，开展创新性研究。

(1) 独立思考，果断处事和独立完成某项工作的自我决策能力；

(2) 至少掌握一门外国语，能熟练地阅读本专业的英文资料，具有较好的写作能力，并能熟练地进行国际学术交流；

(3) 正确有效地协调与处理学习、工作、生活中的各种关系和社交的能力；

(4) 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、航空宇航科学与技术、

核科学与技术、材料科学与工程、计算机科学与技术等。