

工程热物理学中的若干解析解

王 硕 通讯作者: 孙嘉悦

河北工程大学 河北邯郸 056038

摘 要: 工程热物理学, 是一种专门研究电能与热量的形式转换的基本规律以及应用的技术科学。主要研究各种热力现象、热能过程的内部变化规律, 主要用于指导热工程技术应用。工程热物理学拥有自身的基本规律: 热流体力学的第一个定理与第二个定理、Newton流体力学的规律、传热传质学的规律, 以及化学动力学的规律。而身为一个高新技术科学学科, 工程热物理学的研究成果既包括大量知识与创新的内涵, 又有许多技术创新的内涵, 是一种全新的学术系统。

关键词: 工程热; 物理学; 解析

Some analyses in Engineering Thermophysics

Wang Shuo, Corresponding author: Sun Jiayue

Hebei Engineering University Handan 056038 Hebei Province

Abstract: Engineering thermophysics is a kind of technical science that studies the basic law and application of the form conversion of electric energy and heat. It mainly studies various thermal phenomena and internal variation rules of the thermal process, which are mainly used to guide the application of thermal engineering technology. Engineering thermophysics has its basic laws: the first and second laws of heat flow mechanics, the Newton laws of fluid mechanics, the law of heat and mass transfer, and the law of chemical kinetics. As a new and high technology science subject, the research results of engineering thermophysics contain not only a great deal of knowledge and innovation but also a lot of technological innovation, which is a new academic system.

Keywords: engineering heat; Physics; analysis

一、引言

工程热物理专业是中国能源利用领域的重点基础学科, 而工程热物理专业的蓬勃发展也促进了中国能源技术的提高。从人类使用能量和动力发展的历程来看, 在古代人们已经基本上完全依赖了可再生能源, 而人工或简单机械也已可以满足农耕社会的需求。从近代开始, 蒸气机的诞生引起了一次工业革命, 其能量基石, 则是以煤炭为首的化石燃料, 从小规模的水力发电技术发展, 到了大电网, 也支撑着大工业相应的大能量利用^[1]。

二、学科简介

原油、煤炭在内火机、汽油机中的普遍应用, 构筑了现代交通运输基础设施, 而燃油轮机的发展使航空打破了声障, 这就更加满足了人们高度集中工业生产的需求。但随着化石燃料过量利用, 将带来的巨大污染, 以及化石燃料资源终将耗尽, 已经严峻地危及到了人们的正常生活与发展, 要求人们不得不再一次主要地利用可再生能源资源。这也昭示着, 人们必须重新进入能源信

息时代——一种和过去全然截然不同的、构建在当代先进基础上新发展出来的全新能源信息时代。面临着这一信息时代的新要求, 工程热物理学科也将会发生很多巨大的变化, 涉及能源技术的巨大进展。以及一系列新的能量使用方法, 如先进动能机器、先进水力发电方法、出现的新能源等。

三、学科方向

工程热物理作为一种系统全面的工程应用基础学科, 而其重点研究范围当属工程应用领域, 每一学科领域均具有扎实的工程理论背景与实践背景。工程热力学与燃料应用分支课程的基础是热力学一、二定理, 目的是为了在基本原理上考虑燃料应用与环保等方面的原理和方法, 而其它工程分支课程则在热力学定律基础上, 有着各具特色的基础理论与技术基础。

(一) 工程热力学与能源利用分学科

热力学的理论基础科学研究领域方面, 尤其在统计热力学和分子模拟等应用领域有二个主要方面发展迅速,

一是分形理论和新的数据分析技术手段的引入, 已达到了较好的成效; 同时, 统计热力学和大分子的建模理论研究也已着手向实用化方向发展。

分布式能量管理系统, 成为能的综合阶梯运用高新技术的代表, 从基本原则、工艺技术与信息系统整合等全面进行了深入研究, 为该高新技术工业化建设提供了科学理论研究物质基础。化工能与物理学能综合阶梯利用原理结构的建立拓展了会的综合阶梯运用机制, 提供了与化石燃料和太阳能互补的间接式点燃后能源产生新机制, 并开展了大量的化工能与物理学能综合阶梯利用系统集成化的技术创新。

可再生能源和温室气体管理一直是中国能源和环保领域研究的重点主题。中国近年来经历了对不同太阳能发电型式的技术研发, 并开启了我国太阳能热发电工艺的专项研发。中国太阳能光催化分解水制氢研究中心在催化、制氢工艺装置和制氢系统等技术方面已获得了实验室发展。太阳光燃料转化技术的研发将能够完成实用化的太阳光燃料电池研发工作。在生物质发电、生物质制氢和液体燃料等技术方面也将获得相应发展。在中国学术界, 率先提出了生物能量转化利用和CO₂分离一体化的机理, 以实现最低能耗甚至无源地分离CO₂, 并研究提出了符合我国国情的温室气体控制途径。

(二) 热机气动热力学及流体机械工程分专业

国际上, 已经应用三维粘性的流体动力学在飞机的诸部分, 特别是叶轮机械设计工作。叶轮机械设计体系从二维、准三维空间、定常工程设计向全三维空间、粘性、非定常工程设计的转变, 是专业蓬勃发展的必然趋势。在航空发动机设计领域方面, 这些发展趋势已在对风机/压气机、对旋涡流设计, 以及对旋转冲压发动机工程设计的深入研究中充分体现。

从热机气动热力学看, 未来燃气涡轮发动机的技术发展必须深入研究新型齿轮电机内在的非定常复杂流场构造与原理、与气动热力学密切关联的燃气涡轮叶片冷却技术, 以及流热固相互协调耦合原理和优化的设计方案。工作主要根据了压气机体内非定常流动与控制机构的热耦合问题、透平发电提高级设备以及非定常气动特性难题、透平发电叶片冷却与流热固耦合的基础问题, 以及叶轮机械全三维设计基础理论与设计系统的基础结构分析等基础科学课题进行。

流体阻力机领域的研究成果, 在透平压缩机、水轮机、泵类流体设备、风力机等技术方面都获得了很大突破, 这些项目为西气东输、三峡工程、南水北调和风能发电等我国重要项目的迫切需求提供了支持。

(三) 传热传质分学科

在传导性传热研究方面, 由于超高速激光加热科技和MEMS/NEMS等先进微纳科学技术的进展, 传导性传

热过程在时光尺度、空间尺寸、环境气候, 以及热流密度等都在向极端状态拓展。微纳尺度下的传导性与传热规律的研究, 是传热学发展的最新的重点研究方向, 也对微纳热电转换装置等新技术产品及其出口的开发, 有着重大的意义。

辐射传热现阶段的主要趋势是随着研究内容的深入, 并且趋于更加复杂和交叉领域, 以满足宇航、红外检测、目标和环境中的红外特性、高强激光技术及应用、新功能材料制备和生物医药等现代技术发展对辐射传热的要求。

(四) 燃烧学分学科

在基本爆炸理论研究领域基本上完备了燃烧化学动力学原理, 但同样现阶段科学研究也偏重于对物质产生机制的探讨以及对复杂机制的改善, 而且将更多地采用精细的燃烧过程的数值模拟, 来取代常规的物理化学试验研究。针对不同的研究对象与领域, 中国燃烧学者们分别从燃油和生物质的焚烧、垃圾废弃物焚烧、火灾点燃、烧伤诊断, 以及焚烧污染管理等领域进行了大量的深入研究^[2]。

(五) 多相流分学科

多相流动数理仿真与数值模拟方法当前的主流科研重心仍在二相流转, 而三相流已在研究开始阶段, 并越来越成研究重心。而近年来在单相湍流流动中出现的细观仿真方式, 一般是有直接建模与大涡仿真, 并已逐步引入于二相湍流研究。数字建模方式, 在气(汽)液/固液相界面、气体固/液体固多相流动、气体液体界面固三相离散流动、双流体参数/多流体运动理论等方面的研究, 显示新的视野与发展前景。另外对颗粒动力学, 多相流动中波的形成、传递过程及其不稳定性理论、多相流动与传递参数测试方法理论等方面也进行了研究, 并形成了具有特点的理论研究^[3]。

从总体上来看, 中国的工程与热能物理学专业虽然在热力循环开拓、叶轮机械流体理论、热声理论、太阳能与风力利用技术等基础科研领域都已建立了很大的全球竞争力, 但总体科学研究水平仍与世界先进水准尚有很大差距, 主要以实验技术滞后于基础理论研究, 试验装置、检测手段发展滞后, 温室气体管理以及能源、环保等交叉领域理论与技术的研发较薄弱体现。

四、前景展望

(一) 学科发展目标

学科发展的基础法治建设战略目标: 努力形成一批结构上合理、精干和稳定的基本科研团队, 并支持发展和建立若干较为领先的工程热物理和燃料利用方面的基础科学研究基地, 使中国工程热物理学科及其基础研究的更多的分支和应用领域, 接近甚至超过了国外前沿水准^[4]。

专业建设的目标:进一步强化工程热物理专业的发展,重视资源-环境、资源-材料、资源-生态的专业交叉与学科渗透,使中国工程热物理专业满足资源、环境方面的需要,力争在若干具有比较特色的专业跻身全球领先地位;针对化石能源开发与使用方面的问题,探索和开拓新的手段和技术,将常规化石资源,尤其是煤变成有效、清洁、安全、低成本的资源;为促进可再生能源开发的研究,提供科技动力与保障,从而提高中国能源消费结构和促进再生能源的多样化,形成可持续的能源体系;进行能源转换的物理化学生物学基础研究,为煤层气清洁使用、天然气战略储存、规模化蓄能、生物质能开发等方面提供科技支撑。

(二) 优先发展领域

1. 科学节能

实现节能的最本质方法,就是科学技术用能。必须深入探讨用能体系的科学设计,和用能环节中物质和能量相互转换的一般变化规律及其对它们的合理应用,以提高能量利用率和降低环境污染,并最终降低对能量的耗费。它既包含以系统科学的视角,深入探讨环境企业园等能耗与各种资源整合和梯级利用的用能模式,又要剖析用能的整个流程,提炼出共性的科学问题并加以解决,需要全面考虑用能的管理制度和法律、规章、政策措施等。而科学技术用能又需要以工程技术热物理学专业为基础,同时包含着现代科技的许多学科与专业领域,又有自然科学和社会科学的相互交叉;科学用能的领域不但要求人工热物理学内以及各种能量学科之间的交叉,同时也要求自然科学、技术与工程之间的融合。

2. 煤的洁净利用技术

中国作为世界上少数几个以燃煤为主要燃料的大国之一,因为燃煤产生的污染排放量是高难低,燃料结构调整以及燃煤清洁使用情况在我国十分明显。因此中国必须积极推动洁净煤技术的开发,如整体煤气化联合系统、增压或常压卧式沸腾干燥机煤源联合系统、直接燃料或外燃式联合系统,以及内外压煤合一的发电体系等,并必须大力推动替代燃油-动力的联产承包体系技术的开发和利用。通过洁净煤技术的应用,可以合理减少SO₂和NO_x以及灰尘等燃煤污染物,力争到二零二零年,中国将有效缓解内压煤的环境污染。

3. 大力发展可再生能源

我国太阳光、风力、生物质能等资源较充足,具有大面积发展的有利条件。目前中国的太阳能燃气热水器的总使用量与年产量都超过了全球一零点五以上。国家要求在不断促进太阳能资源多样化开发的同时,加速开展大面积太阳光开发,在本世纪中叶前实现总装机容量亿千瓦的发展目标。风能发电潜力巨大,是当今新能源发电中技术条件最完善、最具备规模化发展条件与商业

化前途的一种形式,并建议在近期着力研究与大功率单机相关的技术发展问题。而生物质能作为重要非食品资源也已被普遍应用,需要因地制宜开发微生物制造的沼气工艺,为发展农村燃料经济提供了重要保证。还应着力研究发展微生物发电技术和生产的固态或液体燃料工艺。另外,中国也要推动森林修复与发展。并利用工程热物理技术的发展促进可再生能源的发展,并作为中国未来能源可持续发展的关键支撑。

4. 温室气体控制战略与CO₂捕获和封存

为应对复杂的温室气体控制问题,针对当前的能耗问题和技术状况,报告建议在近期以进一步快速发展节水增效工艺技术和资源化再利用技术为防控高温气体污染的重点举措,在中期则以大力发展可再生能源等替代燃料工艺技术为重点,远期则以进一步快速发展二氧化碳捕捉和封存工艺技术为主线。而二氧化碳捕捉与封存(CCS)关键技术的主要困境就在于二氧化碳处理能耗高,这不但造成能量效率低下,同时使二氧化碳减排的成本也居高不下。因此,目前国际上的CCS工艺技术尚无法适应中国能源可持续发展的需要。因此建议寻找可以同时解决能源使用问题和二氧化碳减排问题的“革命性”关键技术,并进一步发展符合我国国情的温室气体控制路线。

五、结语

中国将面对着资源发展与环保的双重巨大压力,将成为中国国民经济与社会发展的长期瓶颈,是中国始终必须关注的紧迫现实。而资源发展、环保、节能污染与减排问题对中国社会至关重要,是中国实现洁净、经济、充足、安全能源供应的最基本出路。大量的科学研究和历史实践已证明,解决各种资源和环保问题的最根本途径就是靠科学技术,所以工程热物理等有关专业也将担当起当前国民经济发展的对各种资源和环保的重要需求,努力促进各种资源节约利用和科学用能已成为专业的重要指导思想和宗旨,而抓紧发展化石能源的清洁技术、大力发展可再生能源和新型生物能源技术也将成为工程热物理专业的发展战略重点。

参考文献:

- [1]新工科背景下能源与动力工程专业建设举措探究[J].史广泰.黑龙江教育(理论与实践).2021(02).
- [2]能源与动力工程专业校外实践教学模式探讨[J].马爱纯,杨莺,陈卓,周萍.创新创业理论研究与实践.2021(07).
- [3]能源与动力工程专业新型创新实践模式的探索[J].朱宝忠,孙运兰,陈海飞,于海龙,刘恩海.创新创业理论研究与实践.2021(11).
- [4]能源与动力工程专业认识生产实习教学改革[J].赵岩.中国冶金教育.2021(03).