

<<工程热物理与能源利用学科发展战略研>>

图书基本信息

书名：<<工程热物理与能源利用学科发展战略研究报告>>

13位ISBN编号：9787030327802

10位ISBN编号：7030327802

出版时间：2011-11

出版时间：国家自然科学基金委员会工程与材料科学部 科学出版社有限责任公司 (2011-11出版)

作者：国家自然科学基金委员会工程与材料科学部

页数：358

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## <<工程热物理与能源利用学科发展战略研>>

### 内容概要

《工程热物理与能源利用学科发展战略研究报告(2011~2020)》是国家自然科学基金委员会工程与材料科学部的学科发展战略研究报告之一。

这一系列研究报告是国家自然科学基金委员会工程与材料科学部为不断促进本领域的基础研究工作,瞄准国际学科发展前沿,面向未来国家经济建设和社会发展的重大需求,着力解决我国工程与材料领域中的重要科学和技术基础问题,增强国家原始创新和技术创新能力,而精心组织出版的系列学科发展战略研究报告。

《工程热物理与能源利用学科发展战略研究报告(2011~2020)》的撰写站在国家利益和学科总体的高度,综合考虑国际学术发展动向和中国实际,论述了工程热物理与能源利用学科的内涵、战略地位以及各分支领域的界定,详细分析了各分支领域,包括工程热力学、内流流体力学、传热传质学、燃烧学、多相流、可再生能源等的国内外研究现状、发展趋势及科学问题,进一步明确了我国工程热物理与能源利用研究中的中、近期发展方向和目标,拟定出了2011~2020年期间的优先发展方向、资助领域和发展思路。

本书作为学科发展战略研究报告,内容既具有前瞻性和战略性,又具有针对性和可操作性。

《工程热物理与能源利用学科发展战略研究报告(2011~2020)》可为国家自然科学基金委员会工程与材料科学部工程热物理与能源利用学科遴选2011~2020年期间优先领域提供依据,同时也可供从事工程热物理与能源利用学科研究的科研人员、管理人员阅读和参考,也可作为高等院校教师、研究生的参考资料。

## 书籍目录

序前言第1章 总论 1.1 概述 1.2 战略地位 1.2.1 社会经济持续发展的迫切需求 1.2.2 能源结构优化、推进节能减排的必然趋势 1.2.3 资源和生态安全的双重压力 1.2.4 高新科学技术的推动促进 1.2.5 培育和发展战略性新兴产业的重要科技保障 1.2.6 国家创新体系建设和基础发展的需求 1.3 学科体系 1.3.1 学科分支 1.3.2 内涵与作用 1.4 基金资助现状 1.4.1 面上项目 1.4.2 重大项目和重点项目 1.4.3 国家杰出青年科学基金项目和创新群体科学基金项目 1.5 基金支持原则 1.6 工程热物理与能源利用学科发展思路 参考文献第2章 工程热力学 2.1 学科内涵与应用背景 2.2 国内外研究现状与发展趋势 2.2.1 非平衡态热力学及计算统计热力学 2.2.2 热物性 2.2.3 热力循环与总能系统 2.2.4 制冷与低温工程学 2.2.5 交叉学科 2.2.6 工程热力学的发展与比较分析 2.3 研究内容与科学问题 2.3.1 非平衡热力学及计算统计热力学 2.3.2 热物性 2.3.3 热力循环及总能系统 2.3.4 制冷与低温工程学 2.3.5 交叉学科 2.4 近期优先领域和重点支持方向 2.4.1 非平衡态热力学及计算统计热力学 2.4.2 热物性 2.4.3 热力循环和总能系统 2.4.4 制冷与低温工程学 2.4.5 交叉学科发展方向与目标 参考文献第3章 热机气动热力学与流体机械 3.1 学科体系、研究范围和任务 3.2 战略地位和国内外发展现状 3.2.1 燃气轮机与蒸汽轮机 3.2.2 航空发动机 3.2.3 流体机械 3.3 目前和今后10年本领域科学研究牵引动力的分析 3.4 重点基础研究内容建议 3.4.1 叶轮机械中的计算流体力学 3.4.2 叶轮机械中先进的实验技术 3.4.3 叶轮机械的非定常流动及流固耦合机理 3.4.4 叶轮机械气动声学基础问题 3.4.5 非定常流动体系下的叶轮机械设计理论 3.4.6 叶轮机械中的流动控制技术 3.4.7 非常规叶轮机械及其流动机理 3.4.8 其他研究方向 3.4.9 学科交叉与拓展方向 3.4.10 近5年来论文发表情况分析 参考文献第4章 传热传质学 4.1 学科内涵、学术意义与应用背景 4.1.1 概述 4.1.2 学科内涵 4.1.3 前沿背景与动机的演变 4.1.4 机遇与挑战 4.2 国内外研究现状与发展趋势 4.2.1 概述 4.2.2 导热 4.2.3 对流传热与传质 4.2.4 辐射传热 4.2.5 传热传质测试技术 4.2.6 交叉研究 4.2.7 研究方法和技术手段 4.2.8 差距分析 4.3 研究内容与科学问题 4.3.1 研究内容 4.3.2 科学问题 4.4 近期优先领域和重点支持方向 4.4.1 支持总体考虑 4.4.2 基础创新探索优先方向 4.4.3 经典内涵基础研究优先方向 4.4.4 重点重大项目支持方向 4.5 建议 参考文献第5章 燃烧学 5.1 学科内涵、学术意义与应用背景 5.2 国内外研究现状与发展趋势 5.2.1 基础燃烧理论 5.2.2 燃烧化学反应动力学 5.2.3 气液燃料燃烧 5.2.4 固体燃料燃烧 5.2.5 火灾燃烧 5.2.6 燃烧诊断 5.2.7 论文发表情况分析 5.3 科学问题及优先资助领域 5.3.1 基础燃烧理论 5.3.2 燃烧化学反应动力学 5.3.3 气液燃料燃烧 5.3.4 固体燃料燃烧 5.3.5 火灾燃烧 5.3.6 燃烧诊断 参考文献第6章 多相流 6.1 学科内涵、学术意义与应用背景 6.2 国内外研究现状与发展趋势 6.2.1 多相流数理模型及数值模拟方法 6.2.2 极端条件下的两相流 6.2.3 多相流与传递参数测试方法研究发展趋势 6.2.4 我国多相流学科的重要研究进展 6.2.5 论文发表情况分析 6.3 研究内容与科学问题 6.3.1 多相流基本现象与规律 6.3.2 数值模拟理论与方法 6.3.3 能源高效转化和清洁利用的多相流 6.3.4 多相流的实验与测量新技术及方法 6.3.5 多相流与其他学科的相互渗透及交叉 6.4 重点支持方向 6.4.1 多相流基本现象与规律 6.4.2 多相流数理模型与数值模拟技术 6.4.3 高新科技中的两相流 6.4.4 多相流及传递问题的测试方法 6.4.5 常规能源高效节约的多相流理论基础 6.4.6 能源可再生转化利用的多相流理论基础 6.4.7 CO<sub>2</sub>地质封存研究中的多相流问题 6.4.8 多相流与其他科学的相互渗透及交叉 参考文献第7章 可再生能源 7.1 学科内涵、学术意义与应用背景 7.1.1 学科内涵 7.1.2 前沿背景与动机的演变 7.2 国内外研究现状与发展趋势 7.2.1 太阳能 7.2.2 生物质能 7.2.3 风能 7.2.4 地热能 7.2.5 海洋能 7.2.6 论文情况统计与分析 7.3 研究内容与科学问题 7.3.1 太阳能 7.3.2 生物质能 7.3.3 风能 7.3.4 地热能 7.3.5 海洋能 7.4 近期优先领域和重点支持方向 7.4.1 太阳能 7.4.2 生物质能 7.4.3 风能 7.4.4 地热能 7.4.5 海洋能 参考文献附录1 工程热物理与能源利用学科资助重点项目一览表(2001~2010年)附录2 工程热物理与能源利用学科部分重要国际学术会议附录3 工程热物理与能源利用学科相关重要国际学术期刊列表附录4 工程热物理与能源利用学科有关实验室简介附录4.1 国家重点实验室附录4.2 省部级重点实验室



## 章节摘录

1.1 概述 工程热物理与能源利用学科是一门研究能量和物质在转化、传递及其利用过程中基本规律和技术理论的应用基础学科,传统研究主要针对热和功的能量形式,现今学科范畴已扩展到几乎涵盖各种能量形式、能质相互转化和有效利用的方方面面。

本学科的任务是在自然科学和热物理基本规律的基础上,综合相关学科(包括数学、物理、化学、生物、信息、认知、社会科学等)基础科学的新理论、新方法,认识和揭示能量物质转化、传递的基本现象和规律,全面深入地分析能量与物质转化、传递的物理过程特性,建立物理数学模型,探究有效利用的基本规律及其应用的科学途径,为有关高新技术发展及工程问题解决提供理论依据、设计方法和技术手段,借鉴、移植和应用各科学技术领域的先进思想、方法和技术,不断创新能量物质转化、传递和高效利用的应用技术[1]。

工程热物理与能源利用学科内涵丰富,外延广阔,是一门体系完整的应用基础学科,包括工程热力学、内流流体力学、传热传质学、燃烧学、多相流、可再生能源利用,以及和工程热物理与能源利用领域相关问题的基础性与创新性研究。

随着对学科认识的不断提高,学科的内涵不断丰富,研究内容也在进一步扩大。

先进的科学理念和基础科学的最新进展极大地带动了科学和技术的进步,近年来更是拓展衍生出众多前沿热点领域与方向,诸如可再生能源利用、温室气体排放控制、微纳米热物理、微细能源系统和原理、生物与生命热物理、生态与环境安全热物理等,涉及自然世界能质相互作用与转化的基本内涵和基本规律等的科学探索。

21世纪,人类正面对着能源和资源短缺、环境污染、气候变化等全球性问题,工程热物理与能源利用学科将在能源和环境科技方面寻求突破[2,3]。

目前,工程热物理与能源利用学科的发展趋势可以概括为:对能源传递、转化、利用中基础问题和规律的探索不断深化,学科研究在不断拓宽或突破原有界限与假定,如宏观向介观、微观的过渡,常规参数向超常或极端参数的发展,以及随机、非定常、多维、多相、多过程与多因素耦合等复杂情况下的热物理问题的研究;随着能源、环境问题的日益突出,可再生能源、温室气体控制以及能源环工程热物理与能源利用学科发展战略研究报告(20112020)境问题也成为工程热物理学发展的重要方向之一;不断产生的新理论、新方法和新手段,以及研究的定量化和精确化,大大促进了本学科的发展;本学科各分支学科之间以及本学科与其他学科之间多方位、大跨度的交叉与融合,已成为当前工程热物理与能源利用学科发展的一个基本趋势与特征,学科界限越来越淡化和模糊。

1.2 战略地位 能源是国民经济发展的动力和命脉,能源开发与合理有效利用是整个社会发展的源泉和基础,标志着人类的文明和进步,决定了一个国家的科学技术水准、竞争实力和综合国力,今天更成为国家存亡和社会安全的重大问题,引起世界各国政府高度重视并作为最优先的国家战略考虑。

能量的转换、传递,能源与物质的相互作用和转化,是自然界最普遍的物理现象和物质运动形式之一,几乎和所有的生产工艺过程、技术领域以及人类社会生活密切相关,这些现象和过程中的基本规律及其技术理论是能源合理有效利用的科学基础和理论依据,因此,工程热物理与能源利用学科的原理和技术也相应地具有普遍性和广泛性,在人类文明和社会进步中占据极为重要的地位。

工程热物理与能源利用学科的建立源于蒸汽动力装置发明和广泛应用所引起的工业革命的极大推动,从创立最基本的热力学、热机学开始,逐步发展、完善成为独立的技术基础学科。

它为各种能源动力技术的发展提供了理论支撑和源泉,是能源科技的进步的重要依托。

回顾历史,几乎可以说每一次能源动力或能源利用方面的突破都带来了生产力的飞跃、社会的发展和观念的变革。

蒸汽机的发明和热力学理论的建立,促使找到从化石能源转化为功的办法,带动了世界第一次产业革命;仅仅石油的发现并没有迎来石油时代,而利用石油的内燃机的发明和推广应用才使人类进入一个新的文明时代;内燃机和蒸汽轮机的出现与发展为现代社会的机械化、电气化创造了条件;燃气轮机发动机和火箭发动机的发展,则为高速航空与宇宙时代奠定了基础;核能的开发利用拓展了人类利用能源的广阔视野。

## &lt;&lt;工程热物理与能源利用学科发展战略研&gt;&gt;

以高效和生态良性循环的更新的能源转化和利用理念，被人们广泛认同，已逐步并将继续改变人类能源的思维。

显然，工程热物理与能源利用学科的基础原理和技术应用会产生巨大的经济和社会效益。

自20世纪80年代以来，化石能源的过度使用造成了严重的环境污染；同时化石能源资源终将枯竭，严重地威胁着人类的生存和发展。

面对生态环境和21世纪社会经济可持续发展的巨大挑战，要求人类必须在提高化石能源利用效率的同时，大力发展和使用可再生能源。

3时代的潮流，能源科学技术的进步会带来许多伟大的变革，产生深远影响，最终使人类社会迈向生态安全与良性循环的能源之路。

1.2.1 社会经济持续发展的迫切需求 能源的耗费数量和使用情况，标志着人类社会经济发展规模、人民生活水准和科学技术发达程度。

自20世纪以来，世界能源消费有很大增长，本世纪更是惊人，预计需求必然持续上升。

显而易见，现今能源与人类的关系已是密不可分，或者说没有能源就没有现代人类社会的生存与发展。

2010年我国GDP达到5.879万亿美元，超过日本的5.474万亿美元，并取代后者成为全球第二大经济体，这是我国30多年经济高速发展成就的一个写照，也是我国国力增强的“里程碑”。

但我国内地的经济发展总体水平还很低，据国际货币基金组织统计，2010年我国人均GDP为4283美元，排名全球第95位，只有日本的1/10。

我国仍有4300万贫困人口，相当于澳大利亚总人口的2倍[4]。

我国国情要求继续推进社会和经济的全面进步，能源是当今国家经济快速发展最重要的战略保障之一。

在我国经济快速稳定发展的同时，能耗总量也在大幅度增长。

2010年，我国能源消费总量已达32.5亿t标准煤，人均一次能源消费水平约为2.38t标准煤，是世界上能源消耗的第二大国；进口原油2.39亿t，石油对外依存度超过55%，成为仅次于美国的第二大石油进口国和消费国；中国电力装机容量突破9亿kW，将在未来两年内超过美国并达到世界首位。

人均电力装机0.69kW，与美国、日本、欧洲等发达国家和地区的人均2kW及以上水平仍有很大差距；人均天然气消费量为88m<sup>3</sup>，是2005年的2.4倍。

煤炭在一次能源消费中占到68.7%，单位能源的二氧化碳排放强度高于世界平均水平，控制二氧化碳排放面临极大困难。

贯彻实施和不断完善国家的节能减排政策，极大地推动了我国的节能工作。

2009年与2005年相比，万元国内生产总值能耗由1.276t标准煤下降到1.077t标准煤，累计下降15.61%；单位工业增加值能耗由2.59t标准煤下降到2.043t标准煤，累计下降21.1%。

我国“十一五”期间克服诸多困难，尽最大努力实现了国民经济和社会发展第十一个五年规划提出的单位国内生产总值能源消耗降低20%左右的约束性目标，减缓温室气体排放增长[8]。

近年来，我国经济发展保持了10%左右的增长，但是与此同时人均能源消耗量也保持了6%7%的高速增长。

可以预见，我国以煤为主的能源结构短时间内无法改变，经济还将持续稳定的发展，加之我国的城市化建设进入了快速发展阶段，社会总能耗和人均能耗将持续走高，这些必将使我国面临更为严峻的能源、环境和温室气体控制压力。

学科为能源开发和利用提供新的科学理论基础和技术先导，并以前所未有的科学技术观念为其服务，也为学科的崭新发展注入新的动力，开拓出不断创新的研究课题和领域。

1.2.2 能源结构优化、推进节能减排的必然趋势 新中国成立后的经济建设初期，国家独立自主、自力更生地构架了我国独立的社会主义工业体系，发展生产，满足自给自足的基本要求，随后围绕国家工业化进行建设和发展；改革开放三十余年，全国上下贯彻“发展才是硬道理、建设小康水平社会主义国家”的精神，持续快速地发展经济，然而产业架构还是以技术水平低、资源消耗高、生产粗放型为主要特点；最近十几年虽然加快推动科学技术进步，大力调整了产业结构，力求降低能源消耗，着手治理浪费，厉行节约，能源利用率有所提高，但即便是在如此形势下，我国能源消耗强度仍然

偏高。

2010年我国单位GDP的能耗（能源强度）是美国的3倍、日本的5倍。

目前，我国的总体能源利用效率为33%左右，比发达国家低约10个百分点。

因此，对我国而言，立足于环境友善、资源节约、和谐发展的新兴工业化道路，提高科学技术水平、增大高科技含量、采用先进生产工艺和技术装备已经迫在眉睫，势必要求和推动工程热物理与能源利用学科把握这新的发展机遇，既要增强学科基础、拓展内涵、扩大服务领域，又要注重发展先进实用和前瞻性高的新技术。

《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》指出，要经过15年的努力在能源开发、节能技术和清洁能源技术上取得突破，促进能源结构优化，主要工业产品单位能耗指标达到或接近世界先进水平[9]。

能源动力行业继向高参数，甚至超高参数方向发展后，正持续朝集成、高效、洁净和智能化趋势迈进，包括循环流化床燃烧发电（CFBC）、增压流化床燃烧联合循环发电（PFBC？

CC）、整体煤气化联合循环发电（IGCC）、燃煤联合循环（CFCC）、湿空气透平循环、新型核能联合循环、化学链燃烧反应动力系统（CLSAS）等，都是以人们难以预料的速度涌现并逐步实用化。

与此同时，为满足社会经济更为广阔的能源需求，燃煤燃料电池电站技术，先进核反应堆，基于新型能质转换和能量释放机理的多功能能源集成系统，诸如太阳能、地热能、风能、生物质能等可再生能源的利用，均以崭新的面貌展示在人们眼前。

动力推进与民用交通运输高效、安全的迫切需要，海陆空低耗高效、精准快速、高推重比的现代军事目标，探求世界起源和宇宙奥秘的航天渴望等，都对高效洁净燃烧、能源转换、热流体力学、新兴推进技术、新兴和微型能源系统、先进强化冷却技术与有效热防护、系统热管理等提出前所未有的新挑战。

第1章 总论 5织、食品、医药、冶金、建材、化工与石油化工等高耗能的传统工业，这些都亟待依靠技术革新来解决节能降耗的问题。

因此，我国实现能源的合理、高效、洁净转化和利用的压力极大，面临的问题和解决问题的技术途径也异常复杂。

这些问题不仅量大面广、要求的技术难度大，还要求成本低廉、实用有效。

我国建筑耗能问题也十分突出，不仅单位建筑能耗比同等气候条件国家高出23倍，而且建筑直接能耗已占社会总能耗的30%，随着生活水准的提高和人们对居住条件、室内环境舒适、健康、品味等方面的追求，这一比例会增至35%左右，将成为能耗第一大户。

建筑节能与保温绝热材料、通风供冷采暖、空调制冷与低温工程等，都期待着新的思维观念、新的基础理论和新的技术方法。

目前，除以上所述的行业和技术领域外，在社会生产力全面提升的今天，对能源转换和利用技术推进和更新的渴求几乎无所不在，这些都是本学科传统和不断创新的研究领域 1.2.3 资源和生态安全的双重压力

中国能源生产、资源消耗总量在世界上均可名列前茅，能源消耗结构以煤为主，占到64%左右。

人均能源消耗量只有发达国家的10%15%，而且如前所述单位产值的能耗远高于世界平均水平，要改变我国目前人均GDP很低的现状，在过去持续30多年的高增长后，仍必须继续保持每年都有较高增幅。

显然，无论如何强调和做到高效节约，高速度地增加开发能源生产仍是必然的，这样才能提供足够的能源以持续发展经济。

应对人口众多、高消耗低效率的快速经济增长，能源资源突显其苍白无力，如此负荷的能源开发也不可避免地消耗和占用其他资源，加上结构性的先天缺陷，能源和资源的匮乏已然演化成一个国家的资源安全问题，构成对国家社会、经济和政治安定的巨大威胁。

国家资源安全问题是世界各国作为战略考虑的重大问题之一[10]。

与我国能源结构特点、需求、转化利用落后现状相对应的是环境污染问题，犹如雪上加霜，严重制约社会、经济发展，危及我们的健康和生存环境，甚至威胁生态资源的长期安全。

以燃煤为主的能源动力系统、大量的工业炉和窑炉，在实施能源转化和利用中成为产生大气酸雨

## &lt;&lt;工程热物理与能源利用学科发展战略研&gt;&gt;

、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>、飘尘等污染的源头；发动机等则是城市环境的主要杀手之一，排放污染气体和颗粒，产生大量噪声；大量的工业余热被浪费，变成热污染源；改善生活水准、提供生活方便的低温制冷与空调等所用氟氯烃能量转换介质，是破坏臭氧层的罪魁祸首等，这些严峻考验和问题的解决都与工程热物理和能源利用各个分支学科领域密切相关。

现今能源开发、储运、转换利用和各类末端使用可能引发潜在安全问题，研究防灾、灭灾、减灾，必须了解和掌握能量释放、形态转换、过程演化、传播传工程热物理与能源利用学科发展战略研究报告（20112020）递等规律和条件，要从热力学、传热传质、燃烧、多相流体流动等方面进行理解和描述，这些都是本学科责无旁贷的研究任务和大有可为的广阔天地。

应该注意到，资源和环境安全的双重压力更增添了学科发展的崭新内涵。

1.2.4 高新科学技术的推动促进 无论从学科的起源、兴起和发展，还是从学科的创立与建设的历程来看，工程热物理与能源利用学科都与科学技术最前端和社会生产最活跃的领域密切相关，尤其是过去的数十年基本保持和现代高新科学技术同步共进，相互融合交叉、相互促进协调，携手持续地创造着一个又一个科学技术奇迹。

纵览当今世界社会经济和科学技术发展的三大主导科技——生物、信息和纳米科技，无一不与本学科有着千丝万缕的内在依托。

这些高新科学技术不断为工程热物理与能源利用学科研究提供新的认知思想、科学理念、技术手段和发展需求，同时工程热物理与能源利用学科也在这些高科技进步的前端辅以新的技术理论和途径、在实际应用中给予有力的技术支撑。

近年来，先进的科学理念和基础科学的最新进展极大地带动了科学和技术的进步，人们开始从以热机为源头的工程热物理与能源利用学科范畴突破，引进了新的能质转换思维，发展了新的基础理论，如基于新型能质转换和能量释放机理的能源循环与系统理论；更是拓展衍生出众多前沿热点领域与方向，如微纳米热物理、生物与生命热物理、生态与环境安全热物理、微细能源系统和原理等。这些为适应未来趋向而展开的深层次原理创新，也越来越多地涉及自然世界能质相互作用与转化的基本内涵和基本规律。

1.2.5 培育和发展战略性新兴产业的重要科技保障 在淘汰落后生产力的同时，我国把大力培育和战略性新兴产业作为优化产业结构的突破口，不断加大对战略性新兴产业技术研发和产业化的支持力度。

2010年10月，国务院发布了《关于加快培育和战略性新兴产业的决定》，提出现阶段重点培育和节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车等新兴产业，并明确了今后一个时期的发展目标和政策导向 [ 11 ]。

2009年以来，我国还启动了新兴产业创业投资计划，设立了18支创业投资基金，支持节能环保、新能源领域的创新型企业成长，选择部分城市建立低碳新能源产业园区，推广使用节能和新能源产品。

可见，节能环保与新能源产业作为国家战略性新兴产业，在国家能源与环境战略中的地位越来越重要

。

.....

编辑推荐

国家自然科学基金委员会工程与材料科学部编写的《工程热物理与能源利用学科发展战略研究报告(2011-2020)》作为学科发展战略研究报告,内容既具有前瞻性和战略性,又具有针对性和可操作性,全书分为工程热力学;热机气动热力学与流体机械等内容。

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>