

传热学的发展*

—第5届国际传热会议有关传热学发展的圆桌会议纪要

编者按：《力学情报》1973年第1期和第3期刊登了1970年秋在法国凡尔赛举行的第4届国际传热会议有关传热学发展圆桌会议的一个报告的译文《七十年代的传热学》。1974年秋在日本东京举行第5届国际传热会议。会议期间再一次举行有关传热学发展的圆桌会议，现根据会议文集摘译如下三节。

七十年代的传热学 (R.H.Sabersky)

前言

第5届国际传热会议有关传热学发展的圆桌会议邀请有关专家作了三个专题发言。第一个发言是田长霖 (C.L.Tien) 教授作的《热绝缘和能源中的储能》。V.M.K. Sastri教授谈了《谷物生长和食品加工的传热传质问题》。J. P. Hartnett 教授谈了《科技资料的有效交流》。

科技资料的交流

Hartnett认为通过各种科技杂志和国内国际专业会议，已能使科技资料得到较好的交流。他认为今后需要做好科技情报的编选、评价和出版工作，使工程设计人员能真正有效地使用已有的传热科研成果，设计出更好的产品和更先进的工艺过程。编选有价值的科研成果，需要具有丰富经验的研究人员进行系统的科技情报“查阅”、“评价”、“综合”和“编辑出版”工作。目前还没有恰当的机构和足够的资金开展这方面的汇编工作。美国科学院最近成立了科技情报委员会 (SATCOM)，并拟筹建科技情报评述中心，着手进行这方面的工作。联合国教科文组织 (UNESCO) 已开展科技情报交流计划 (Unisist)。建议南斯拉夫的国际传热传质中心与上述计划密切合作。

Sabersky认为应成立一个国际性的传热文献资料中心，专门收集、分析、提供完整可靠和最新的传热研究成果。资料中心的成立本身就是对科研工作的一大贡献。资料的交流可采取多种方式。除按期出版评述性杂志、书籍和活页文选外，还可提供专题资料和电子计算机检索。相信这方面的工作会得到有关方面的支持而逐渐开展起来。

*题目是译者加的。

有人估计,科技人员要花费20%的时间查阅文献。科技资料的有效交流将会压缩这方面花费的精力。同时,一些重大工程项目并没有很好地使用已有的科研成果,因而使工程项目的费用增高。工程的试验项目有一定程度的盲目性和重复。近二十年来,发表了极大数量的传热文献。如何使工程设计人员有效地使用这些财富,已成为突出的问题。除了综合评述和出版有关汇编资料外,传热文献作者也应力求把研究成果和使用方法描述得清楚一些,并且应把阶段性结果及时交流。这样做,一方面可使科研成果得到交流,同时可防止同类课题的重复浪费。

特别是一些大型工厂和新技术部门应聘请一批有经验的科技人员,专门分析和吸收有用的科研成果,并及时推广应用到新产品和新工艺中去。

能源、热绝缘和储能

超高温和超低温状态下的热绝缘,近年来引起人们的广泛兴趣。这时需要从量子力学的角度研究热绝缘的微观机理。在能源利用方面,低温差廉价的热交换器是研制海洋温差发电和地热发电等新能源利用中的关键问题。热泵和太阳能的利用也有待热交换器的新发展。选择性吸收表面涂层和集热器的最佳化是太阳能利用中的重大课题。地热利用方面,需要研究地质结构的热物性和地热源的温度分布。可以预计,更多的热电站将采用空气冷却塔。带肋换热器和异型通道层流换热将引起人们的重视。在核聚变方面,应着重研究强磁场下有或没有相变时液态金属的对流换热。动力反应堆的设计方面,换热量的提高已不是关键问题。主要问题是换热器的结构和寿命。

食品工业和谷物生产

食品加工一般需要某种方式的加热。此外,食品加工中常需要冷冻、液氮深度冷冻、脱水、雾化干燥和冷冻干燥等工艺过程。雾化干燥和冰冻干燥具有广阔的发展前途。利用太阳能干燥谷物,可降低谷物收获期的自然损耗。据估计,目前印度收获期谷物损耗占总收获量的20-25%。这是一项不可容忍的损耗。国际传热传质中心最近曾举行专业会议,讨论农作物生长过程中的传热传质现象。并研究了土壤和大气层的传热规律。

牛奶雾化干燥试验结果表明,只有在某一给定温度条件下,雾化奶粉才能保持天然味道。食品加工过程中应着重研究多孔介质、沸腾床、流态化床、非牛顿流体力学等课题。红外测温可在食品工业和造纸工业中推广使用。

基础研究

会议强调传热传质过程中非线性热力学的基础研究。应研究物体表面对流换热方程和物体内部瞬间热传导方程的联立求解。N.Afgan教授认为近年来传热学太偏重应用研究而忽视了基础理论。部分原因归之于1970年第四届国际传热会议的传热发展圆桌会议上过分强调了传热学的应用方面(参见《力学情报》1973年第1,2期《七十年代的传热学》)现在应适当强调传热学的基础研究。他也指出非平衡热力学研究的重要意义。他认为到目前为止,传热领域里只用到热力学第一定律。现在是强调热力学第二定律在传热中应用的时候了。有人认为政府和企业部门支持的研究项目太偏重新产品、新工艺的研究和近期见效的课题,而忽视远期研究,因而很难得出有价值的研究成果。

湍流

L.S.G.Kovaszny教授说,湍流机理的研究进展很慢。许多人试图把湍流机理看成是流体具有某种“超分子结构”,这种结构使流体带有特殊的“中间状态性质”。最近的一些研究则重新把湍流看成是相当大尺度的运动,其大小可以同流场尺度的大小相比较;其寿命相当长,比如说为某一射流厚度或流动中某层流体厚度与典型流速之比的10—20倍。湍流结构在空间和时间方面都是随机出现的,但它们的形状和特征量都可以计算出来。对于壁面边界层是限制因素的问题来说,这些湍流结构并不能对传热起决定的作用。不过,这种研究可以应用于大尺度运动占优势的情况。Kovaszny预料今后几年这种研究将提供有用的资料,用来计算复杂的非平衡非相似运动的传热问题。

D.P.Spalding发展了计算层流及湍流特征量的数值方法。为此需要有恰当的微分方程和数值计算技术,现在这两方面条件都具备了。他说,要计算湍流,除了通常的微分方程外,至少还需要增加两个微分方程。他把数值计算结果同实验结果相比较,发现对于下述许多流动都很符合:平面混合的平面射流、平面壁面射流、平面上游射流、圆柱形射流等。所用的数值计算方法有较大的通用性。

一些专题

热管正在致力于工业中的应用。高等院校应研究槽道内的沸腾和凝结、含有非凝结气体的两相流动和临界状态下的换热规律。等离子体传热与雷诺准则同磁场强度的关系,等离子体与壁面间的换热规律,都是有待研究的课题。等离子体与壁面间的热流量高达 10^6 瓦/厘米²。应研究煤矿气化液化的流态化床传热问题和气象预报、台风形成中的传热传质现象。

传热学在印度的发展 (A.Ramachandran)

印度传热学教授Ramachandran谈到印度农业发展中应研究:(1)土壤温度随时间和深度的变化对农作物的生长、耗水量和施肥量的关系。(2)谷物和烟叶等的干燥、水果的人工催熟、水果和蔬菜的保鲜等方面的传热与传质。(3)食品加工和浓缩、冷冻中的传热。在能源方面,印度预计1980年原子能发电量将达到270万吨。解决原子能反应堆中的传热问题是个关键。为此应研究:(1)复杂几何通道内两相流动的规律。(2)堆芯失水时的传热和堆芯紧急冷却。(3)两相流动的模拟和放大规律。在电子工业和机械工业发展中应分析:(1)热管的应用。(2)深度冷冻。(3)大型电机的冷却系统。(4)高速磨床的释热规律。(5)切削刀具的温度分布。(6)射流、液膜、喷雾冷却中的流体力学和传热规律。环境保护和建筑工程中应注意:(1)减少屋顶材料吸热量。(2)不同地区房屋建筑的热负载设计、空调系统的温度波动特性。(3)工业废热的利用。

有关化肥生产、化工设备和热交换器等方面应研究的课题这里未译出。

荷兰D.A.de Vries教授的闭幕式发言

他谈到如何选择急需解决的重点传热问题，是年青一代对我们这一代人提出的具有战略意义的课题。从世界范围来说，传热学界面临的重大课题是：（1）农业、食品加工和食品储存。（2）能源的合理使用和新能源的开发与使用。（3）环境保护。

对荷兰这样一个小国家来说，这类问题的重要性次序是：（1）能源。（2）环境。（3）农业。前两者是互相联系的。荷兰遇到的问题是：（1）气候的世界性变化。（2）二氧化碳、大气污染和废热污染对全球性气候和地区性气候的影响。这类问题虽然习惯上属于气象学家研究的内容，但是从学科上和实际存在问题来说，与传热传质学有密切关系。两个学科所使用的基本方程是相同的。传热学是研究小范围内的传热现象，气象学则需要考虑整个大气层和地球旋转的影响。Spalding教授的数值求解法对分析这类复杂流动现象是有益的。气象卫星是先进测量手段，对气象的研究提供了更有用的数据。

为了改善人类的生活和医疗条件，应重视这方面的传热问题。传热界和医学界之间存在彼此专业知识的隔阂，需要较长时间的相互适应才能做出有益的成果。所以这方面进展较慢。

再强调一下传热学基础研究的意义。传热学是以流体力学、热力学和统计力学为基础的一门学科，是把这些基本物理知识应用到各种自然现象的一门学科。沸腾和两相流中的传热就是很好的例子。

湍流是一个尚未解决的问题，但有些人认为开始看到了解决这个问题的曙光，例如这次会议上Kovaszny教授就这样讲过。

实验技术方面，光学原理的应用值得重视。全息照相和激光风速仪配合先进的电子测量技术，为流场的测量提供了新的途径。这方面日本作得较好，有了重要贡献。

必须重视基础研究。它是我们现代科学和文化的组成部分，也是勤劳和智慧的年青一代将做出贡献的学术园地。我们传热领域的未来是属于年青的一代的。

摘译自：Heat Transfer 1974, Vol. VII, Fifth International Heat Transfer Conference, Sept. 3—7, 1974, Tokyo.

（葛绍岩译）