



ANNUAL REVIEW OF FLUID MECHANICS Vol. 17, 1985

流体力学年鉴 1985 年第 17 卷包括如下 19 篇综述文章:

1. Rott N.: J. Ackeret 和关于 Mach 数的历史
2. Turner J. S.: 多组元对流
3. Meissner J.: 聚合物熔体的流变学
4. Ruschak K. J.: 涂层流动
5. Davis R. H., Acrivos A.: 低 Reynolds 数下非胶质微粒的沉淀
6. Chatwin P. C., Allen C. M.: 河流与河口弥散现象的数学模型
7. Mehta R. D.: 体育运动球类的空气动力学
8. Langlois W. E.: 晶体生长熔体的浮力驱动流动
9. Spindel R. C.: 海洋中的声传播
10. Snyder W. H.: 复杂地形上稳定分层流体中污染物输运和扩散的流体模拟
11. Kassoy D. R.: 平面定常亚声速燃烧波的数学模拟
12. Johnson R. E., Sadhal S. S.: 复合多相液滴和气泡的流体力学
13. Smits A. J., Wood D. H.: 湍流边界层对突发扰动的响应
14. McCreary J. P., Jr.: 赤道海洋环流模拟
15. Crighton D. G.: 非定常流动的 Kutta 条件
16. Hunt J. C. R.: 复杂流动中源的湍流扩散
17. Eiseman P. R.: 用于流体力学计算的网格的建立
18. Leonard A.: 用涡旋元计算三维不可压缩流动
19. Peltier W. R.: 地幔对流和粘弹性

可以看出,本卷的大多数文章都兼有较大的实际意义和理论意义,特别是当前国际上广泛注意的地球物理流体力学问题和环境流体力学问题,在本卷得到了较多的反映。

第 1 篇文章是关于流体力学史的。作者为瑞士苏黎世空气动力学研究所的 N. Rott, 是 J. Ackeret 的学生。J. Ackeret (1898—1981) 是瑞士联邦技术研究所 (ETH) 的创建者,曾在德国格廷根与 L. Prandtl 共事,1925 年发表了著名的超声速机翼升力和阻力的 Ackeret 公式。文中指出,1929 年 Ackeret 首先命名流速(或飞行速度)与声速之比为 Mach 数,并首先使用纹影法将超声速体头波显示出来并拍成照片。文中还指出 Ackeret 对 C. Doppler 在气体力学发展史上应有一定地位的一些看法: Ackeret 曾公布一个事实,说明 Doppler 早在 Mach 以前 40 年就提出了对“Mach 锥”的理论解释;说明最初使 Doppler 发现“Doppler 效应”的一系列思想,导致 Doppler 发现“Doppler-Mach 锥”。文章还评述了 Ackeret 及其研究所对高速空气动力学的贡献。

第 2 篇文章“多组元对流”(Multicomponent convection)的作者 J. S. Turner 是双扩散现象研究领域里公认的权威学者。他在本文中总结了他在 1974 年为本年鉴第 6 卷撰写的

“双扩散现象”综述文章以来的10年中,这一学科领域在深度与广度上的长足进展。这10年中主要的研究推动力是海洋学。除了过去已确认双扩散这种运输机制在特定海区的重要性外,在这10年中,无论理论研究,实验室研究,或海上观察手段,都正在致力于系统地估价双扩散这一机制作为具有全面重要性的混合机制的地位。包括用先进测试手段愈来愈多地发现的海洋精细结构特性及输运特性,都表明与双扩散过程有密切关系。本文的重要特色还在于,从更广泛的意义上综述了原来称为双扩散的这一过程。作者引进“多组元对流”这一新的术语,概括了许多不同领域不同过程的共同联系。在多组元对流这一推广了的新概念下,问题已远超出原来所主要关心的海洋学范围。作者例举了近10年来引起研究兴趣的一些新的应用领域。例如,对流对扩散系数与温度浓度关系的影响问题,化学家过去在测量扩散系数时头痛而尽力避免,现在这种对流有可能在某些情况下估算出来。生物学家抱着把观察到的现象与联结组织及膜中的输运过程联系起来的终极目标,现在表明重力始终是一个重要因素,一些实验室模拟表明多组元对流控制着某些过程。在天文学中,如一个星体就有两个以上重要因素如角动量、热、磁场等以不同的扩散系数扩散。已有人用类比热-盐扩散对流来解释高氦核的大星体特性。在材料科学中,电子工业关心高纯度晶体的生长,但晶体从溶液中生长涉及传热和传质,常发生双扩散性质的对流而导致晶体的缺陷和非均匀性。此外,在地质学中,在地幔对流方面也有相应的过程。总之,本文是一篇观点新颖,站得较高,开阔视野的好综述文章。

国际上对环境问题越来越重视。在水体的污染方面,河流及河口水体内污染物散布问题的研究非常活跃,出现了许多为解决工程实际问题而提出的模式。第6篇文章从比较根本的观点讨论和分析了存在于现在流行的各种处理方法中的基本概念、基本假设和可靠程度,是一篇值得注意与仔细研读的文章。文中不但介绍了多种实际处理湍流场中标量对流扩散的模式,而且更着重于从物理本质上讨论每一步假设中现在尚未解决的问题以及还缺少的实验及理论依据。例如文中从“平均”的含义及几种平均概念优缺点的比较,讨论了系统平均与各态历经假设下平均对于时间、空间的依赖等困难及所采用假设带来的局限性。在河流与河口散布问题中重点讨论了 Taylor 纵向散布理论,指出特别在分层重要的河口情形,对流扩散方程本质上是经验性的。文中综述了近些年河流与河口散布问题的若干重要处理方法,特别指出对于河口,现有模式距离能解决问题还较远。结语中的如下两点意见对于从事此领域的流体力学工作者是很中肯的:①应对常规的模式乃至时间平均湍扩散系数等常规作法中潜在的缺点与局限有足够的认识;②关于散布问题的认识要取得显著进展,有赖于针对性目的性很强的实验室实验。

第10篇文章介绍了用拖曳式水槽模拟大气边界层分层效应以及复杂地形与分层效应联合作用下的扩散作用。阐述了实验模拟的重要相似参数、边界条件注意事项、实验技术、与风洞实验优缺点对比等实际问题。文中后半部分对分层流流过一个三维山地地形的问题讨论了扩散问题的实验研究结果。本文写得比较实际、具体,对用分层流拖曳式水槽作扩散实验研究的工作者是一篇有实用参考价值的综述文章。

第16篇文章的作者 J. C. R. Hunt 是当前从事湍流扩散研究的著名学者。文中综述了关于复杂湍流流动中局部源的散布机制的一些基本思想,依据这些思路可反映出这类湍流流动的非均匀、非定常特征,平均流动的辐散辐合,回流表面的影响及湍流的非Gauss型影响等。

这些问题都具有很大实用意义而又非常棘手。文中较系统地阐述了这类问题的基本理论及处理方法,并着重于物理的阐述。作者在这方面的一系列工作在污染扩散研究及解决实际问题中受到了广泛的注意,它们兼有较坚实的理论基础及明确的实用目的。作者近些年来曾多次综述这方面的工作,本文是较为简明的一篇,值得从事湍流扩散特别是从事大气污染监测、预报的研究工作者参考。

有关地球物理流体力学和环境流体力学的文章还有好几篇。如第5篇文章讨论了单散布性悬浮体的沉淀、多散布性悬浮体的沉淀、用斜槽加强沉淀作用等问题,对化工、石油工业、煤浆脱水、废水净化、处理钻井泥浆或矿浆等很有实用意义。第14篇文章鉴于赤道海洋中海面温度异常对全球气候有重大影响,介绍了研究赤道海洋动力学的很多模式及其解法(包括表面层模式,线性连续分层模式,非线性连续分层模式等)并介绍了研究赤道信风的El Nino模式。第19篇文章讨论了当前地球的表面变形速度分布,板块构造的发展,过去10年的有关理论研究与观测研究;简要分析了球壳模型线性稳定性,进行了极高 Rayleigh 数下环流的数值计算,简单讨论了把化学非均质性与相变的组合效应结合到环流数值模型和更复杂水动力学模型中所作的工作;展望了这种动力学理论今后的发展。

聚合物熔体具有复杂的非线性流变特性。它不仅是高粘度流体,而且是假塑性体(粘性随剪切率的增加而减小)和粘弹性体(力学响应同时间及频率相关),因此研究其流动极其困难。第3篇文章综述了聚合物熔体流变学的线性粘弹性方法、挤压成形流变学、物料测粘函数和一般剪切流动、用于单轴拉伸的流变计、多轴伸长问题等。

涂层流动是工业上非常有用的一种流体流动,它把一个面积很大的表面用一层或多层很薄的均匀流体层涂上后使之干燥,以保护或装饰被涂物,或用以记录信息。第4篇文章讨论了这方面的如下问题:预计量涂层流,用涂层弯月面或涂层弯月面上游计量的涂层流,涂层流的不稳定性,模拟流动的计算机方法,动态接触角及空气挟卷作用。

关于边界层理论有三篇文章。第7篇是很有趣的一篇文章,讨论了板球、垒球和高尔夫球的侧旋、上下旋对球的运动路线的影响,评述了对这类球的运动所作的若干较重要的研究,侧重于实验结果及用以获得各种旋转的技术。第13篇文章简评了湍流边界层特征,强调了时间尺度和长度尺度分布,提出了各种扰动分类图并分别予以探讨,讨论了包括激波与边界层相互作用的多个扰动同时作用的流动。第15篇文章阐述了非定常流中 Kutta 条件的特征和基础,概括了 Kutta 条件的许多应用和现在的主要作用,讨论了 Kutta 条件可能的进一步应用及其理论和实验解释。

关于数值方法有两篇文章。第17篇文章介绍了建立任意坐标系的两个主要策略,一是代数方法,一是偏微分方程法,包括固定网格和运动网格。探讨了这两个方法的优缺点及有关应用。第18篇文章讨论了高 Reynolds 数下不可压缩流体三维定常涡旋流的数值模拟,说明各种三维涡旋流都可用 Lagrange 涡旋元来数值模拟。如果流动由几个孤立涡管构成,则可用涡丝来逼近,这样,只用极少量涡旋元就可很快很容易地得到良好结果。

贾 复 魏启铨