

第 16 届国际理论和应用力学大会

中国科学院力学研究所 白以龙 陈嗣熊

I. 一般情况

国际理论和应用力学联合会 (IUTAM) 召开的第 16 届国际理论和应用力学大会 (ICTAM), 于 1984 年 8 月 20—25 日在丹麦的哥本哈根举行。会议参加者共 700 余人¹⁾。会议除开幕大会报告 (Alfven: 空间研究和宇宙中流体介质力学的新方法) 和闭幕大会报告 (Keller: 力学研究的进展和问题) 外, 还按分组报告、分组开场报告、一般报告和墙报等多种方式进行。大会重点主题是三个: “海洋与结构的波相互作用”, “多组分介质的微观力学”, “动力系统中的混沌行为的发展”。大会也安排了一些“次重点”的主题, 如塑性、动力学、流体流动稳定性、湍流、可压缩流、板与壳、结构稳定性、优化、流体中的波、振动、断裂力学、固体中的波、有限元、弹性力学等。会议几乎涉及力学的各个领域, 内容相当广泛, 如边界层、对流、旋涡运动、声学、流体机械、燃烧与火焰控制问题、非牛顿流体、流变学、多孔介质、二相流、地球流体、磁流体流动、对流、粘弹性与蠕变、生物力学以及流体与固体力学中的实验方法, 等等。下面重点介绍上述三个重点主题的情况和一些观感。

II. 海洋与结构的波相互作用

这一专题报告会上共有五个特邀专题报告, 正好反映了五个重要方面。

1. 日本 Kyushu 大学的 Mitsuyasu 作了“海洋波浪谱的最近研究”的报告。他讨论了海洋表面波波谱模型中的两个基本问题: ①波谱分量的色散关系与非线性效应对它的影响; ②波谱分量之间的非线性能量转移。并讨论了在主频区和高频区的波谱相似性形式。作者列举了日本沿海海洋波浪的大量测量数据, 并总结了许多经验公式。这对我国海洋波浪的研究工作很有参考价值。

2. 挪威技术研究所海洋流体动力学研究室的 Faltinsen 作了“海洋构筑物流体动力载荷”的报告。他综述了海洋构筑物与船舶的重要波浪载荷问题。特别讨论了三个主要论题: ①用于船舶运动计算的条样法, 指出了在高前进速度与低频情况下方法的不足之处, 介绍了对船舶更适用的三维流体动力相互作用; ②给出了海洋构筑物上缓慢变化的与平均波载的简单说明, 并用摄动法作出了更合理的解释; ③讨论了分离流问题。他讨论了目前较热门的三个问题: 船舶波浪阻力; 二阶漂移力; 有自由表面的分离问题。这些正是海洋工程中较关心的问题。

3. 美国海军的 Paulling 作了“海洋构筑物的流体动力综合”。他指出了由于海上构筑

1) 各国参加会议人数: 阿尔及利亚 1, 澳大利亚 6, 奥地利 4, 比利时 11, 巴西 3, 西德 42, 保加利亚 3, 加拿大 30, 中国 35, 捷克 7, 东德 3, 丹麦 70, 芬兰 5, 法国 64, 希腊 5, 荷兰 37, 匈牙利 3, 印度 5, 伊朗 2, 爱尔兰 1, 以色列 20, 意大利 26, 日本 41, 墨西哥 2, 新西兰 1, 尼日利亚 1, 挪威 4, 波兰 16, 葡萄牙 1, 罗马尼亚 3, 沙特阿拉伯 2, 新加坡 1, 南非 1, 西班牙 3, 瑞典 38, 瑞士 6, 英国 57, 美国 182, 苏联 9, 南斯拉夫 3。

物的各种各样的几何形状(有时甚至是不规则的)和严酷的海洋动力环境,使得由于几种不同的流体现象引起的流体动力载荷的精确确定变得十分困难。这是由于问题存在着重要的非线性效应和耦合。作者最后指出目前可利用的计算波浪载荷的方法是十分不足的,呼吁在这方面应做更多的研究。

4. 丹麦工业大学海洋工程系的 Pedersen 作了“海洋构筑物的结构设计”的报告,介绍了对浮体结构物预言波浪诱导载荷的方法,讨论了对大而复杂的结构如船体和海洋构筑物的动力响应的分析方法。最后讨论了设计准则,并提出了在波与结构物的相互作用领域中还存在着大量未解决的问题,希望更多的学者投入这一研究中来,以勘探利用占地球70%的海洋。

5. 英国 Brunel 大学机械工程系的 Price 作了“海洋构筑物的水弹性行为”的报告。他介绍了求结构物上任意位置的结构动力响应的一般三维水弹性理论,用三维源分布模型计算了任意形状海洋构筑物上的流体动力作用,这一计算包含了前进速度、自由表面和结构可变形性的影响。作者对振动板、船形结构、半潜或具小水线面区的双体船结构与运输中的支撑钻塔等进行了计算。

在海洋中固定或移动的可变形海洋构筑物的动力行为,是海洋建筑工程师很感兴趣的课题。他们必须确保设计物不受破坏。因此,海洋构筑物的水弹性力学目前是很活跃的一个课题。

除了这五个特邀报告外(二篇分组报告、三篇开场报告),在这专题会议下尚有其他二十多篇报告,涉及的内容比较广泛,大致可分为以下几个方面:

1. 小尺寸构件波浪载荷的实验研究,主要有 Sarpkaya 对四柱体在波与流的联合作用下,流体动力阻力的实验与轨道运动对水平与垂直柱体波浪力的影响的研究。

2. 破碎波对结构载荷的实验与理论分析。这方面主要为实验研究,理论主要用 Longuet-Higgins 和 Cokelet 的方法进行数值计算。

3. 船舶的波浪阻力仍然是一个很活跃的课题。无论在理论上、数值分析和实验研究方面都在进行着大量的工作。

4. 波浪中前进船的拍打载荷。它是船结构强度考虑中的一个重要因素,在实验室水池中进行了大量的实验研究,并和数值模拟进行比较。结合拍打载荷和动力响应进行研究。

5. 浮体的波浪载荷和动力响应的研究,其主要对象是针对用系泊系统固定位置的浮动平台。用非线性波浪载荷和动力响应进行分析。

我们看到,所有这些方面,非线性效应都占着主导地位,也是问题的困难所在。因此,可以说,在海洋与结构的波相互作用方面,主要研究方向是非线性相互作用。

III. 多组分物质的微观力学

这是向大会提交文章颇多的一个主题,除一小部分涉及流体和二相流外,大多是固体介质。会议给人的总的印象是:许多现代重大力学问题,如断裂、复合材料等,为求得进一步的突破,目前在转向有关的微观力学的研究。但是各个研究者采用的方法是不相同的。就这个状况而言,微观力学是处于有需要,但初创的阶段。有的作者则引入术语 sub-macro 或 meso(中文名称为“细观”)来刻划这个领域。

实际上,相当多的一部分文章,虽然分类在微观力学(micromechanics)中,但实质上,仍是用连续介质力学的方法来处理多组分介质的力学性质。

另一类工作,如 Budiansky 等人,是把连续介质的概念直接用到细观单元上,概念和方法仍是连续介质力学的,但所得的结论却是关于细观结构的。

再一类工作,是针对微观变形的特点,如晶格面间的滑移,提出描述该类变形的本构关系,然后再用连续介质力学的方法处理,或者是把某一类微观力学现象,如脱胶(debonding),用一个宏观力学量来表示。比较系统一些的微观力学研究方法,是引入内变量或物质函数一类的量,来表征经过统计处理的微观特征。在这种处理中,微观特征及其控制规律,微量量的概率分布和演化,是一些关键性的步骤。为得到宏观特征,必须引入一些平均化的方法。如引入损伤量,作为内变量引入本构方程,这样,损伤过程便可由微观模型和内变量来描写,并与宏观力学性质联系起来。

会上波兰的 Rogula 就非经典的连续体理论做了专题发言,概述了国际上以连续体概念为基础,去概括不同的细观结构的宏观力学效应的种种努力。在某些工程问题中,如短波长的现象、复合材料、微缺陷的应力集中区等,经典连续体的某些运动学和动力学假设被破坏了,但可以考虑某种非经典的连续体,去概括某些细观结构的效应,如微转动、微尺度、长程力等。其中如何适当处理微尺度、特征观察尺度和方程之间的关系,并将其纳入连续体的理论中,是问题的关键。

与上述努力不同,是力图从固体物理学,特别是从位错动力学角度,直接建立其与某些宏观力学现象的关系,这方面的工作在会上反映不多。

总括而言,多组分材料的微观力学是最近国际力学界努力的一个方向。

IV. 浑沌

本届会议上反映了对浑沌的浓厚兴趣。不少工作详细陈述了各种条件和实例中,出现浑沌的情况。有的从分叉等角度出发讨论浑沌的一些规律,但看来许多工作还只是从一些具体问题的讨论入手,来揭示有关的浑沌的现象。还缺少概括性的一般规律的研究。

Keller 在闭幕报告中,针对计算机在数据采集,实验控制, CAD, CAM 和数值模拟等方面的巨大进展时提出“我们这些问题的解决者能做什么”的问题,他的回答是:“做计算机不能解决的问题”。目前计算机模拟计算了各种出现浑沌的情况,展示了浑沌的某些规律,从而提出了分析、解释这些现象的要求和问题,诸如方程的可解性和浑沌的关系,在谐振邻域浑沌发生的规律,等等。总之,针对计算机和实验给出的大量实例,人们要求理解浑沌在什么条件下发生以及它对应用力学的意义。Keller 指出,或许,我们要改变过去对力学系统的一些观念,噪声可能是真信号的组成部分。已经发现三次或四次分叉导致了湍动。所以,或许浑沌是湍流产生的原因。

V. 固体力学的其他一些专题

会议主要涉及的有:塑性、弹性、结构稳定性、振动、板和壳、有限元方法、裂纹和断裂、优化、波动、接触问题、变分方法等。涉及的内容十分广泛。这里只能谈几点相当片面的观感。

关于塑性力学方面研究的文章比一般设想的要多,主要涉及的内容有:塑性的本构方程,局部化的塑性变形,各种应用问题等。纯粹就塑性的本构方程描述的报告并不多,主要是针对某些突出问题去进行讨论,如关于有限变形、剪切带和一些应用问题。因此,有人议

(下转第30页)

- 104 Unruh, J. F., Finite element subvolume technique for structural borne interior noise prediction. *J. Aircraft*, 17(1980): 434.
- 105 Bishop, R. E. D., Gladwell, G. M. L., Micharlson, S., *The Matrix Analysis of Vibration*, Cambridge Univ. Press (1965).
- 106 Thomson, W. T., *Theory of Vibration with Applications*, Second Edition, Prentice-Hall (1981).
- 107 Meirovitch, L., *Computational Methods in Structural Dynamics*, Sijthoff-Neordhoff International Publishers, Alphan ann den Rijn, The Netherlands (1980).
- 108 Donea, J., *Advanced Structural Dynamics*, APPLIED SCIENCE PUBLISHERS LTD LONDON (1980).
- 109 Craig, Jr. R. R., *Structural Dynamics—An Introduction to Computer Methods*, John Wiley & Sons Inc. (1981).

ADVANCES OF DYNAMIC SUBSTRUCTURAL METHOD

Wang Wen-liang Du Zuo-run
(Fu Dan University, Shanghai)

Abstract

This paper reviews the developments on substructural analysis of vibrating systems in China. Among the contents are strategy thought, basic steps, efficiency, superiority, achievements, advances, and expectation.

(上接第133页) 论,是否针对某些特殊的具体问题,关于塑性的一些研究有活跃起来的趋势。

有限元方法的文章相对地讲不多。Keiler 在统计资料中表明,有限元、数值模拟和分析工作约占1/3。在工业界,有限元法的比重较高一些。这可能预示,它已相对地成熟。

在裂纹和断裂方面,较多的工作是考虑到各种材料的特性的断裂现象的力学研究。

结构的稳定性和振动方面的研究报告占相当大的比重,吸引的人也不少。

波动方面,关于超声及其用于探测的理论和实验,颇引起相当大一部分会议参加者的兴趣。

VI. 对会议一些总的印象

作为一个国际大会,会议组织委员会力图反映会议的国际色彩。专题报告请在该专题领域里有一定成绩的国家的专家发言。但从实际效果看,美国确实在较多的领域里有比较深入的工作和广泛的影响。

会议规模虽然很大,但会议进行得相当活跃。特别是讨论,无论是分组大会,或小会或墙报讨论会(Poster Session),气氛都是很活跃。在这点上,从大教授到在学研究生,地位平等,互相尊重,相互切磋,问题每每击中要害。

从会议的情况看,我国的力学研究学术报告是相当活跃的,涉及领域也相当广泛。加之中国力学界前辈对力学发展曾做出的一些有影响的贡献,中国代表在会上是受人注意的。但从发展上来看,总的感觉是,我们还需要在学术研究前沿,在有影响和广泛的领域里,努力做出有份量、有突破性、自成学派的工作。

会议决定:下届大会(ICTAM)于1988年在法国举行,下届 IUTAM 执行主席为英国 M. J. Lighthill.