

流动稳定性调研会情况介绍

中山大学 张涤明

1982年5月5—14日在广州中山大学召开了流动稳定性学术调研会。这次调研会是1980年在青岛湍流学术交流会上议定的，由中国力学学会主办。虽然规模不大，但到会代表多是从事流动稳定性研究多年的力学和应用数学工作者，既有研究所和高等学校从事理论研究的代表，也有实际工作单位从事应用研究的代表，具有一定的代表性。就流动稳定性来说，所交流的问题相当广泛，并有一定的深度。

会上共提出16个报告（其中有2个是书面报告），多是综述评论性的。天津大学周恒报告了流动稳定性非线性理论和当前进展，提出流动稳定性非线性理论当前值得研究的一些问题，并介绍他自己在这方面所作的工作。天津大学赵耕夫报告了Orr-Sommerfeld方程数值解法，介绍他自己在这方面研究的心得。力学研究所徐复作了可压缩流体流动稳定性的报告，并介绍了他自己最近在激波稳定性方面所作的研究。力学所徐硕昌报告了流动稳定性一次近似直接方法和弱非线性情况的Ляпунов方法及其应用，介绍他自己在这方面所作的工作和在旋转充液腔体稳定性理论方面他的最新研究。北京第九研究所曾先才报告了耗散结构理论与流体稳定性。上海台风研究所胡广兴介绍了在台风方面的研究和台风生成机理所提出的问题。中山大学陈惠国报告了流动稳定性分支解，陈启强报告了船舶横摇跳跃现象，张涤明作了流动稳定性Navier-Stokes方程直接数值解的综述报告。浙江大学范正翘介绍了二相流和三维边界层的一些研究情况。此外，河北大学王振东提出了表面活性物质对沿斜面层流稳定性的影响的论文，哈尔滨船舶工程学院许维德提出了层流边界层稳定性的有限差分计算的论文。会议还邀请香港大学葛时俊博士和李毓湘博士到会二天，他们作了流动稳定性线性理论数值方法综述的报告和流动稳定性有限元方法的报告。上述这些报告受到代表的欢迎，所提到的各种问题普遍引起代表的兴趣，并对有些问题展开了热烈的讨论。对于研究流动稳定性的一些新概念、新方法，以及所提出的一些新问题，代表尤为注意和重视。例如周恒在他最近的研究中所提出的解决非线性问题的新方法，徐复介绍的可压缩流体流动稳定性的一些问题，徐硕昌提出的，他本人用于解决旋转充液腔体稳定性的弱非线性情形的Ляпунов方法，曾先才介绍的耗散结构理论，等等，都引起代表们的极大兴趣。会议中对流动稳定性的数值方法介绍得较全面，数值方法还很引起代表的重视。会上还对今后如何开展流动稳定性方面的研究进行讨论和交流。有的单位打算开展三维流动三维扰动的研究和边界层过渡的研究，认为前者具有理论的意义，后者具有实用的价值。有的单位打算开展界面波稳定性，气泡不稳定性，非牛顿流体层流稳定性等方面的研究。有的单位则今后结合工程研究界面波的稳定性。总之，很多单位从需要和各自的情况出发，明确了自己今后研究的方向，这是很可喜的。有些代表认为，就平行流稳定性而言，非线性理论的研究当前很值得注意，方法可以是解析的，也可以是数值方法，可以考虑两个空间变量的问题（因而方程是偏微分方程，数学上要解偏微分方程的稳定性）。这次调研会侧重于平行流的稳定性。然而流动稳

定性的内容很广泛,包括对流稳定性,旋转流体稳定性,界面波稳定性等等,涉及天体,气象,地球物理,海洋工程,环境保护等许多学科领域和工程技术领域。为了加强和扩大对流动稳定性的研究,特别是加强对工程应用的流动稳定性的研究,代表们建议中国力学学会在适当的时候召开一次流动稳定性包括各个方面研究的,范围扩大的学术交流会,并吸收固体力学从事动力稳定性研究和数学从事微分方程稳定性研究的人员参加,特别是要尽可能多吸收一些从事流动稳定性工程应用的人员参加。代表们认为,对于流动稳定性的研究具有理论意义的课题固然很需要,但当前更需要加强对工程应用课题的研究。代表们还建议中国力学学会今后适当举办一些流动稳定性的专题研究班和讲习班。

A BRIEF REPORT ON THE SEMINAR ABOUT STABILITY OF FLUID MOTION

Zhang Di-ming
(Zhongshan University)

葡 萄 树 低 温 损 伤 力 学

E. Davison J. Paroschy W. K. Bilanski

本文旨在探索葡萄类木本植物由于热/应力/应变现象而引起的力学损伤的性质。这方面的知识可以用来选择和培育耐寒植物。

果树往往因气温突降而冻伤甚至死亡。较多的一种冻伤情况是树干、树枝或藤茎冻裂。这时裂缝就成为寄生物或病菌入侵的进口。裂缝也使植物组织内部因蒸发而脱水。最后,损伤累积到使植物死亡。另一种冻伤形式是植物组织内部形成冰晶而引起细胞损伤。这种损伤兼有力学和物理的性质。在受冻时,细胞内的水由于脱水及盐浓度增高而丧失,其严重后果便是细胞破坏。细胞内部和细胞彼此间的空间内形成冰晶而引起的力学损伤很常见,它导致细胞组织受破坏。

葡萄藤的结构 图1是许多木本植物的典型结构。它是一种复合材料。为简单起见在均匀宏观水平上予以模拟。

Prillieux (1869)(参见(1))给出受冻植物发生力学损伤的许多例子。他观察冰冻如何使树皮与木质部整个地分离,一些大空穴如何在茎杆中心形成以及组织的一引个别部分如何发生破裂。“组织的破裂并不总是由冰冻引起。酷寒时树木上出现的冻裂是木质部不同程度受冻的结果。急剧冷冻外层就象用一根绳子紧箍和挤压内层。”(1)

温度反复突变特别危险。例如早春常发生夜间受冻,阳光直接照射时又解冻。急剧受冻和解冻的损伤后果当然不仅由温度突变引起,也由细胞内水分大范围变化和细胞间水分结冰引起。(1)

热/应力/应变间的关系 前文(2)讨论了葡萄藤横断面的瞬时温度分布,在实验室模拟受冻-解冻循环过程颇为成功。考虑外部物质已去掉的木质部组织(图1),可略去木髓部而假设它是一根热均匀和结构均匀的实心长圆柱。这样便可以应用Kent(3)提出的应力/应变方程。根据表面温度有跃变而得的半径r处的切向应力 σ_T 的方程为

$$\sigma_T = \frac{E\alpha}{1-\mu} \left(\frac{1}{r^2} \int_0^{r_m} T r dr + \frac{1}{r^2} \int_0^r T r dr - T \right) \quad (1)$$

E为弹性模量, α 为热胀系数, μ 为Poisson比, r 和 r_m 为葡萄藤的半径和最大半径。特定半径r处的瞬时温度T为

$$T = \frac{2(T_s - T_b)}{r_m} \left\{ \frac{\exp(-Aa_1^2\theta)}{a_1} + \frac{J_0(a_1 r)}{J_1(a_1 r_m)} + \frac{\exp(-Aa_2^2\theta)}{a_2} + \frac{J_0(a_2 r)}{J_1(a_2 r_m)} + \dots \right\} \quad (2)$$

式中 T_b 和 T_s 为原来基础温度和环境温度(假设表皮温度与环境温度意义一样), A 为热扩散系数 $[k/(\rho c_p)]$, a_n 是Bessel函数J的根, θ 为时间。根据(4),空心长圆筒在离两端足够远截面上半径 r_1, r_2 处的相应瞬时切向热应变 ϵ_T 为

$$\epsilon_T = \frac{1}{r^2} \left(\frac{1+\mu}{1-\mu} \right) \int_{r_1}^{r_2} \alpha T r dr + C_1 + C_2 \frac{1}{r^2} \quad (5)$$

对于5龄老葡萄的木质部组织,因木髓部相对地很小,可假定 $r_1=0$,于是当 $r_1=0, r_2=r_m$ 时, $C_2=0$,