

第三届全苏理论与应用力学大会

(莫斯科, 1968年1月25日

——2月1日) (摘译)

每隔四年寒假期间于莫斯科召开全苏力学大会已形成为传统, 每次大会都更加引起全国科学界和工程界的注意。

力学是许多技术部门的理论基础中的重要部分。随着技术的发展, 力学的各种应用范围不断扩大, 它对今后的进步以及对实现国民经济的宏伟任务的作用也不断增大。

力学在最近期间发生了高度的“物理化”和“技术化”, 它的问题大大超出了上世纪流行的力学是应用数学的一个分支的“学院”力学的范围。但目前力学和数学之间仍存在着极紧密的联系而且与年俱增。力学把新的重要问题“交给”数学, 并提示研究这些问题的方向; 另一方面, 数学把自己的观点和工具交给力学, 由此促成正确地定量和定性描写现象。力学中大量问题具有清楚和比较简单的数学表述, 其结果是现今许多深入研究过的数学方法, 首先恰恰是在力学中受到检验。而且在若干方面, 这两门学科之间的界限很难清楚划分。目前在所有大学里仍把数学和力学放在一个系, 这样来区分高等院校和大学的系是并非偶然的。

因此, 数学界关心第三届全苏理论和应用力学大会是完全合理的。这次大会是苏联理论和应用力学国家委员会会同苏联科学院力学问题研究所及国立莫斯科大学组织的。

2. 在我们这个时代，科学和技术的急速发展，使各个部门的研究工作以空前速度增长，也使科学工作人员和工程技术人员增加。这种增长情况也表现在下述数字中：如果1960年第一届全苏力学大学的与会者不到3000人，1964年第二届大会的人员近5000，则这次大会已有7000多人——已达实际可能参加人数的极限。

参加大会人员来自一百多个城市，实际上代表了全国所有科学中心，其中高等院校近240个，苏联和各加盟共和国科学院的60多个研究机构，其他单位的科研机构近140个，不到100个工厂。还有16个国家（其中有英国，保加利亚，匈牙利，德意志民主共和国，荷兰，波兰，罗马尼亚，美国，法国，西德）的近100个外国客人参加了大会。

.....

3. 由于大会规模很大，这里甚至不可能对各个别成果作一般评述，取舍任何个别问题都将是主观的。所以我们在这里以及对各大组工作的综述中都仅仅指出若干发展趋势。

现代力学的任务，一方面是加深其理论基础，更准确地反映物体相互作用的物理—力学过程，另一方面是，把选择机械、机构和结构的最佳工况和可靠方案化成确定的数学问题，并找出其解法。

越来越复杂的、远离力学古典分支的许多物理系统正成为力学关心的范围，这些系统是：湍流，跨声速流，等离子体，起化学反应的介质。

~~多相流~~ (多相流) 多相流, 非牛顿流体, 聚合物, 土壤, 等等。在这些情况下, 实验及半经验理论, 数学模型符合实际情况的程度及其简化的可能性的分析, 极限情况的研究和定性的结论。总之一句话, 实验物理学和理论物理学比“纯”数学和古典力学更为独特的那些方法, 都比先前起着更大的作用。

但被吸引从事力学问题研究的数学机构是多种多样的, 在原理和“技术”关系上尤为复杂。例如非线性问题, 各种退化问题, 随机参量问题等等的应用相当广泛。因而来自力学的, 其中用“纯”数学的手段求解是非常困难的模型问题, 其范围有所扩大。例如还没有充分证明纳维-斯柯克斯方程基本问题的解的存在定理, 而一系列重要定理如解的唯一性和稳定性, 稳定性解的结构, 求平均的可能性等等, 都是建立在存在定理之上的。建立了这些定理, 才有可能更深刻地认识湍流现象。还可以列举许多其他问题, 其中很多已在这次大会上谈到。

大会的特色是广泛应用电子数字计算机于计算工作。通常正是电子数字计算机(有时是模拟计算机)才能克服几何形状复杂, 高阶方程组, 非线性等等引起的技术困难。在这方面, 连续介质力学问题的数值解法, 尤其是气体动力学问题和粘性流体的流体动力学问题的数值解法, 在大会上引起了极大的注意。一系列专门会议报告了这方面的问题, 并且除了主要的数学和方法性质的问题之外, 还听取了有关问题具体数值计算结果的大量工作。这一系列报告代表着许多“计算”学派, 它们是在我

国的各个研究中心或多或少地独立发展起来的。

电子数字计算机的应用（决不是死板套用）提出了大量的新问题，顺利解决这些问题，能够大大促进重要力学问题的研究。此外，这种应用还把自己的特点加到目前看作是建立算法问题的许多问题的提法中。同时值得指出，研究应用问题的其他数学方法的作用由于建立电子数字计算机而降低，看来这种开始流行的观点目前几乎没有什么分歧了。相反地，目前谁也不怀疑，只有把实验方法、计算方法和理论方法三者结合起来，才能推动力学的发展。此外，理论应当是多种多样的——从直接整理测量结果到运动方程的巧妙的数学研究。数学的作用在增长着，它的越来越多的分支在力学中得到了应用。

大多数报告显示了用现代分析方法定量地和定性地研究数学上严格表述的力学问题的威力。由于所研究的系统非常非常复杂，粗略求解各种问题就成为更加迫切的问题。

大会上有关新问题的报告可惜数量不多。因而这里只能提及连续介质力学方面的一些工作，这些工作研究建立描写这种那种介质的方程的新手法。大会上提出的力学各领域的实验研究为数很少。

.....

第一组是一般力学和应用力学（组长 A. H. 依什林斯基，副组长 A. M. 鲁利叶、M. E. 奥霍齐姆斯基）。讨论：分析力学、运动稳定性理论及控制等问题（小组长 A. M. 鲁利叶），宇宙飞行力学（M. E. 奥

霍齐姆斯基), 振动和调节 (Ю. А. 米特罗帕尔斯基), 迴转仪 (А. Ю. 依什林斯基), 机构和机械理论 (И. И. 阿尔托波列夫斯基), 力学数学法问题 (Л. И. 谢道夫)。

5.

6. 液体和气体力学大组 (组长 Л. И. 谢道夫, 副组长 Л. Г. 洛强斯基, Г. Г. 切尔内依) 讨论: 一般流体力学问题 (小组长 Л. Я. 柯钦娜), 空气动力学和气体动力学 (А. А. 厄科尔斯基), 等离子体和稀薄气体理论 (Г. Г. 切尔内依), 粘性流体, 边界层, 湍流和传热 (Л. Г. 洛强斯基), 多组分系统流体动力学, 包括多孔介质流体动力学 (Л. Г. 加林), 应用流体—气体动力学 (Г. Н. 阿勃拉莫维奇)。

.....

目前流体力学研究的特点是, 希望尽可能完全地考虑流体的各种特性 (粘性, 热传导, 电磁性质, 化学反应, 辐射, 等等)。出现这种可能是由于广泛使用了电子计算机。在这方面, 非线性偏微分方程边值问题的许多新提法可以吸引许多数学家。应当说, 到目前为止, 这些问题 (解的存在性、唯一性、稳定性, 近似方法的收敛性) 的正确的分析, 主要还只限于不可压缩粘性或理想流体的最简单情况, 而且就连这些情况下的许多问题都还未得到解决。我们觉得, 绝对必须研究连续介质力学一般问题中的这些问题。如果说建立非线性偏微分方程的时间还没有来临, 那么, 开始发展非线性力学方程的一般理论就可能是非常适时的。

应当指出，这里提到的许多问题，比古典的纳维—斯柯克斯方程和欧拉方程的相应问题要简单一些。O. A. 拉迪任斯基的报告举出了这种问题的一个例子，其中指出，在运动学理论的某些条件下得出比纳维—斯柯克斯方程更为一般的方程，而且对这些更一般的方程来说，存在性和唯一性问题大体上是容易解决的。

关于解流体动力学问题的近似计算，最广泛采用的是网格法。研究人员在这方面的努力方向是克服这样一些困难：极其庞大的网格系统（研究出最好的解法，以及寻找简化的可能性），小粘性和压缩性效应引起的解的复杂结构；解无界区域问题时发生的特殊困难。

这里要指出，对非线性方程等差法的稳定性问题研究得极少。

非常迫切需要研究时间很长时粘性趋于零情况下离绕流物体很远处流动的渐近的性质。对于二维的情况，整个说来，理想和粘性不可压缩流体初值问题的单值可解性定理是已知的，而在O. A. 奥列尼克不久前作了研究之后，可以认为边界层方程已很好研究过了。因而从粘性流体过渡到理想流体的问题在此处是完全成熟了的（但成熟了的果实远不一定会从树上自动掉下！）。

湍流及稳定性问题是流体力学中最曲折和最困难的问题之一。这方面的数学理论的最新进展中，我们要指出的有：粘性流体情况下稳定性问题线性化合理性的证明；许多流动（在“平面管”中的泊稷叶流动，旋转圆柱体间的流动，空间一周周期性流动，等等）；超临界状态（旋转

圆柱体间的泰勒涡，自由对流，等等）。这里指出了由于定常流丧失稳定性的结果，可能发生新的定常流或周期性自振状态；得出了理想流体流动与必要判据接近的稳定性；对许多情况作了二次流（泰勒涡，对流）的计算。

我们要指出最近可能解决的数学问题有：非定常状态特别是周期性状态的稳定性；克雷洛夫—波戈留波夫平均法的应用；雷诺数增加的流动继续复杂化（例如，泰勒涡或多孔对流的破坏）的研究。

现在的理论离计算甚至最简单情况下湍流（比如说管内流动）特性的差距还很远。M. A. 戈尔德季克开始了进一步求解此问题的新尝试，他提出，平面管内湍流平均速度分布是“极大稳定的”，也就是说，给定流动的消失在所有速度分布中，发生远远向左移动的稳定性谱。所作的计算显得和实验得到的速度分布极其接近。此处的问题在于能否从统计理论推出这一原理。需要关心的（甚至在有关湍流之外）是要知道是否存在极大稳定的速度分布或其他许多速度分布。

7. 固体力学大组（组长 H. U. 穆什赫里施维里，副组长 H. H. 拉波特诺夫，B. B. 索科洛夫斯基）讨论：弹性理论问题（小组长 B. U. 舍尔曼），塑性理论（A. M. 卡察诺夫），板壳理论（A. A. 戈尔坚维节尔），固体力学的非古典模型，包括流变学和破坏问题（H. H. 拉波特诺夫），结构力学问题（U. M. 拉宾诺维奇），土力学（B. B. 索科洛夫斯基）。

.....
8.

摘译自: И. И. Веровин, Г. К. Михайлов, А. В. Мышкис, В. И. Юзовин, III Всесоюзный съезд по теоретической и прикладной механике (Москва, 25 января — 1 февраля 1968 г.), Успехи математических наук, 1969 (январь — февраль), Том 24, вып. 1, стр. 201 — 217.