

四、今后生物力学发展的关键

冯元桢教授在他的报告中, 强调了今后生物力学发展的关键问题是:

1、建立生物材料物性的本构方程 这就象研究弹性力学得先知道胡克定律、研究流体力学得先知道牛顿定律一样, 建立生物材料的物性本构方程是研究生物力学的第一步。目前已在一定条件下对血液、血球、血管、肌肉、骨骼、软骨、一般生物固体、一般生物流体求得一些本构方程, 但困难的是确定包含在这些本构方程中的常数。因此收集数据是至关重要的。

2、收集物质迁移与扩散的数据 物质的迁移与扩散在生物体中是广泛存在的, 例如通过呼吸进入肺泡的氧气如何进入血液最后又如何进入细胞, 又如水如何进入血液、体液, 最后达到体液平衡等等, 都属于这个问题。不研究这个问题就没有接触到真正的生物问题。目前的困难是缺乏具体数据, 特别是血管外的组织更是如此, 因为这些组织通常是非均匀的。

3、寻找生长与应力的关系 这是生物力学十分重要的问题, 最早是在骨骼中发现的。骨骼的生长与加一定的应力是密切相关的, 例如在母胎中的胎儿, 脚的不断踢动对其关节的生长是十分有利的, 等等。可以这么说, 正因为生长与应力密切相关, 才使生物力学有了“生命”。

总之, 生物力学工作者今后相当长的一段时期内是收集生物材料物性的基本数据, 建立本构方程; 导出物质迁移与扩散的基本方程与基本数据; 搞清生长与应力的基本关系。有了这三方面的基础, 再利用力学的传统工具与分析方法, 就可能得到许多有用的结果。

我国的生物力学研究起步晚, 基础差, 目前取得的成绩还是很初步的, 与国外先进水平比起来差距还很远。虽然在收集物性数据方面进行了一些初步的工作, 但在有关物质的迁移与扩散、生长与应力关系等方面基本上还属空白。因此, 今后应更加扎扎实实地工作, 加强力学和其他工程人员同医学、生理学工作者的紧密协作, 努力为我国生物力学的发展做出贡献。

为了提高我国生物力学研究队伍的水平, 会议建议在82—83年间, 由复旦大学与上海交大主持举办心血管力学讨论班; 由太原工学院与上海科大主持举办生物固体力学讨论班; 由华中工学院主持举办呼吸系统动力学讨论班。

通过这次学术会议, 大家了解到生物力学是一门边缘学科, 生物力学学术会议由中国力学学会与中国生物医学工程学会联合主办是一种较好的形式。本届会议是由中国力学学会负责的, 下届会议则由中国生物医学工程学会负责。下届会议定于1984年在山西太原市召开。

第4届全苏聚合物材料和 复合材料力学学术会议

1980年10月29—31日在里加举行了第4届全苏聚合物材料和复合材料力学学术会议。会议的组织者为苏联科学院力学和控制过程学部, 该学部所属的复合材料结构力学学术委员会以及强度和塑性问题学术委员会, 苏联科学院主席团所属的聚合物的力学和物理学委员会以及合成材料学术委员会, 拉脱维亚科学院聚合物力学研究所。参加会议的有来自苏联39个城市100多个科研机构, 结构-工艺机构、生产单位以及高等学校的430位专家。会议上听取了4篇大会报告和117篇分组会议报告(分5个组进行)。还散发了45篇报告。

会议组织委员会主席拉脱维亚科学院院长A. K. Малмейстер在开幕词中指出, 聚合物和复合材料按其力学性能来说, 超过了传统的材料, 并且在极端条件下采用它们特别有效。他指出, 召开第4届

复合材料和聚合物材料力学会议,是为了讨论1976年以后完成的聚合物和复合材料力学的主要科研工作成果。并讨论本领域内今后的远景研究。

В.В.Болотин在大会报告中叙述了研究复合材料中断裂的方法,这个方法把由材料强度性能的统计分布决定的弥散断裂阶段同主裂纹的扩展阶段(在这个阶段最危险的缺陷开始作决定性的增长)结合了起来。此模型可用于预报出现第一条宏观裂纹之前的时间分配以及达到临界状态之前的时间分配。总结了随机加载工况的计算。

Г.А.Терес, А.Ф.Крегерс和Р.Б.Рукардс的大会报告中讨论了确定复合材料变形性能和强度性能的各种方法,其中考虑了作为优化基础的材料增强组织。也研究了在优化板、壳中的各种材料模型,即不同方向的增强层为均匀分布的准均匀模型,离散层的模型(包括混合复合材料),性能沿坐标变化的模型以及空间增强模型。

В.В.Коврига的大会报告是关于结晶热塑性塑料的组织对它们的物理-力学性能影响的问题。报告指出,在定向结晶过程中形成的纵向和横向组织的存在,严重地影响热塑性塑料的强度性能和变形性能。这种现象在材料制造过程中可以用来调整强度和刚度。

在В.П.Тамуж的大会报告中研究了复合材料的某些断裂特性,并且如同第一篇报告一样,着重注意了引起宏观断裂的弥散断裂的研究。比较了在出现宏观断裂时理论计算的和实验确定的临界损伤值。在复合材料中有明显地表现出来的体积断裂阶段,这在原则上使预报寿命和断裂有了可能。

在“**组织和性能**”分组会上(共33篇报告)特别注意了组织因素对聚合物性能的影响,基体与填料的性能以及它们之间的粘接对复合材料性能的影响。О.Г.Никольский, А.А.Аскадский和Г.Л.Слоимский报道了采用动态方法研究新型复合材料Элементоорганопласт的力学性能的结果。他们指出,动态方法对分析这种材料中产生的化学变化很有效。在В.Е.Гуль и А.М.Дворецкая的报告中研究了由粘接作用粘住的几层薄膜所组成的系统的性质,研究了用改变粘性作用和各层的粘弹性性质的方法来调整多相系统的强度的可能方法。

在“**变形**”分组会议上(21篇报告)研究了复合材料弹性特性的计算问题、粘弹性变形的计算问题以及持久变形和强度性能的预报问题。Б.Е.Победрия и Т.Холматовый给出了对层状复合材料的应力的准静态问题的提法,在这些复合材料弹性层和粘弹性层是互相交替的。提出了推广А.А.Ильшин近似方法的逐次逼近法。Ю.П.Зезин и Н.И.Малинин在报告中报道了描述高填充聚合物系统的变形性能和强度性能的方法。А.Ф.Крегерс报道了对非线性粘弹性正交各向异性材料在初等函数基础上建立了变形张量、应力张量和时间之间的转换关系。Р.Д.Максимов研究了根据快速试验结果预报复合材料持久强度的问题,提出了考虑增强组织时预测复合材料持久蠕变的试验-分析的方法。А.Я.Гольдман и С.А.Цыганков指出了在复杂应力状态下预报非线性材料蠕变问题时考虑变形张量的球形部分影响的必要性。

在“**强度、疲劳、断裂**”分组会上(37篇报告)研究了聚合物和复合材料断裂的宏观力学与微观力学的迫切问题。大量文章是关于不同类型聚合物和复合材料持久强度的试验研究和唯象的描述。广泛地介绍了玻璃钢、碳塑料、塑料的疲劳试验结果。研究了在复杂应力状态下各向异性介质的短时强度理论和持久强度理论。在好些报告中叙述了采用声发射、光力学等方法对聚合物和复合材料中损伤累积的过程进行试验研究的结果。在分组报告的文章中,生物聚合物材料强度的试验研究和周围介质条件对强度影响的试验研究的新结果得到了反映。聚合物、纤维介质、层状复合材料的断裂力学理论研究得到了重视。已经研究了在电子计算机上模拟纤维增强复合材料中损伤累积过程的问题。在分组会议上报告过的最有意义的成果中可以指出以下一些。在В.Д.Протасов, А.Ф.Ермоленко, Е.Ф.Харченко, И.П.Дмитриенко的关于在单方向碳塑料断裂过程的试验和理论研究的报告中指出,这个过程可以看成是两个阶段的过程:它从沿着增强组分的基体龟裂开始;随后增强组分本身发生断裂,这种断裂类似于一束没有粘住的丝的断裂。还指出,在用数学模型方法将断裂描述成随机过程时所得

到的理论结果与实验资料很吻合。在А.Н.Гузьян的详细报告中研究了高弹性材料中裂纹类缺陷系统的计算特点。详细分析了初始应力对裂纹扩展的影响。在Г.А.Ванин的报告中叙述了复合材料的物理—力学能和断裂特性的研究方法,这些复合材料具有规律的双周期组织、不均匀的相间作用和曲线形状的剥离裂纹。研究了考虑收缩应力影响时关于应力重新分布和裂纹生长的问题。研究了纤维交互配置怎样影响材料中相间边界处局部裂纹附近的应力强度。Ю.В.Суворова以几位作者的名义作了关于复合材料断裂力学的唯象观点的报告。研究了非弹性复合材料持久断裂的模型,这时假设,粘性流动过程和材料变形时产生的损伤累积过程可以用遗传类型的算子表示。

在“强度、优化、结构稳定性”分组报告(18篇)中的大多数是研究设计复合材料实际结构的迫切问题的。在Н.П.Ершов的使人感兴趣的报告中推导出了工程用的公式,并给出了实验验证,这些公式用来计算在外压作用的轴向压缩下用复合材料制成的光滑的和有增强的圆柱壳的稳定性。在Ю.Н.Работнов,А.А.Туполев,В.Ф.Кутыинов,В.П.Кобаев,А.В.Бережин和В.В.Сулименков的内容广泛的报告中,介绍了用来计算复合材料制成的飞行器控制表面结构应力状态和变形状态的统一的有限元法。介绍了试验结果和应用所研究出的超声速客机的方向舵以及主要航线飞机的副翼和阻流板的设计方法的结果。在Ю.С.Уржумцев,Л.М.Никитин,Т.Д.Бабе的报告中提出了多层防护结构按照导热参数和导温参数的优化方法。此方法使得有可能在不增加防护结构总厚度情况下大大减弱温度波的通过和提高防护结构的热稳定性,这对北方地区具有巨大的实际意义。在В.Т.Томашевский,В.С.Яковлев的报告中提出,设计用聚合物复合材料制成的壳体,应该以稳定性的综合分析为依据。这种综合分析考虑到从工艺加工过程开始到分析断裂特性的所有阶段中的材料组织特性。

在“工艺和加工”分组会上(8篇报告)研究了工艺加工过程中层状复合材料组织内形成缺陷过程的数学模拟问题以及加工过程中复合材料及其组分的变形规律的模型提法问题。Г.В.Виноград和Л.А.Файтелескал在报告中研究了在熔融聚合物的混物流过喷嘴时保证纤维形成(自增强)的条件,研究了在加入弥散填料时熔融材料性能的变化。А.А.Полезнев报告了在计算高填充复合材料形成一些装置时的优化方法的应用。А.Т.Томашевский,В.С.Екельчик和А.И.Бейль以作者集体的名义报告了有关复合材料制件的性能预测方法,报告了有关在层状和纤维复合材料中防止工艺缺陷的条件。

提交会议的报告包括很多新的结果,并且引起了有兴趣的讨论。最有兴趣的报道将刊登在《复合材料力学》杂志上。

会议指出,1976年第3届全苏聚合物力学会议决议中所指出的聚合物材料和复合材料力学中最迫切的研究方向都已经有了发展。特别是弄清了热塑性塑料和热固性粘接剂的组织同它们的物理—力学性质之间的关系的规律。关于复合材料中填料与聚合物基体粘接的研究得到了进一步发展。在各种纤维同具有高填充度的弥散填充复合材料相结合的基础上,创造出了新的有前途的混合复合材料。在复合材料的组织力学和最佳增强方面(其中包括空间增强)得到了一系列新的结果。在聚合物材料和复合材料的断裂力学和稳定性研究方面取得了进一步的成就,特别是通过在微观水平上研究弥散损伤和断裂的方法方面取得了进一步的成就。扩大了复合材料结构的实际工作的研究,扩大了考虑材料的几何和物理非线性和考虑材料的流变性质和塑性性质时复合材料结构的计算方法的研究。研究了壳体结构和形状的优化的新方法。预测聚合物和复合材料的持久强度的方法得到了进一步发展。所研究出来的用于聚合物的类比法已推广用于考虑基体和填料各向异性粘弹性的复合材料。生物复合材料的组织和性能的研究正在迅速发展。在研究生物聚合物组织的特性方面和研究生物组织损伤及其恢复程度的诊断方法方面都得到了新的结果。

在上届会议后的四年间,《复合材料力学》(1979年以前为《聚合物力学》)杂志为协调聚合物材料和复合材料力学的研究作了大量的工作。这一切促进了加速创造和掌握更加有效的新材料以及由这些新材料组成的新的工程结构。

为了进一步发展聚合物材料和复合材料力学,会议决定:

- 1) 继续研究复合材料中增强纤维和基体的组织、性能以及它们的相互作用;
- 2) 在考虑材料的粘弹性和弹塑性性质时, 在层状和空间增强复合材料的组织力学领域中, 发展试验和理论研究, 并在此基础上发展性能沿坐标变化的板和壳的优化方法; 继续研究在不同加载类型下元件和结构的实际工作状况, 同时注意到物理和几何的非线性;
- 3) 加强研究混合(多纤维和多基体)复合材料力学; 为得到最佳地抗变形和抗断裂的复合材料, 研究有效的增强组织;
- 4) 为了创造复合材料的新的最佳组织, 继续发展增强理论;
- 5) 发展聚合物和复合材料断裂的各个阶段——从微观断裂(从原子分子水平开始)到宏观断裂——的研究, 采用的是直接记录断裂过程的方法; 关于复杂应力状况和复杂加载下断裂的计算和试验研究; 关于复合材料各组分间接触部分断裂机理的研究; 关于具有抗断裂最优特性的材料的计算方法和制造工艺的建立; 关于聚合物和复合材料本身及用它们制成的制件的宏观断裂的预测方法和研究;
- 6) 继续研究在接近运行条件下(复合应力状态、周围介质各种不同因素的作用), 最新复合材料持久强度预测方法的进一步发展和物理上的论证;
- 7) 发展摩擦组合件中计算减摩特性的方法; 研究创制用聚合物和复合材料制成用于机器零件和结构的最佳防护耐磨层的科学基础;
- 8) 继续完善高填充和增强聚合物的加工工艺过程方面的工作, 发展利用定常的或非定常的力场、磁场和其他场的过程和研究; 为了提高聚合物在聚合物基础上的复合材料的强度特性和变形特性的均匀性, 要求进一步发展工艺过程控制方法的研究;
- 9) 为了寻求和运用创造结构材料高效增强组织的新原理, 发展生物复合材料的组织和性质的研究;
- 10) 请会议的组织者三年后在里加举行下次聚合物力学会议。

译自: Тамуж, В. П., Янсон, Ю. О. (1980), IV Всесоюзная конференция по механике полимерных и композитных материалов, Механика композитных материалов, 6, 1126—1129. (程屏芬译)

《力学进展》分类目录

1981年第11卷第1(总45)期第4(总48)期

(括弧外数字为页数, 括弧内数字为页数)

总 论

当前力学发展趋势..... Г. Г. Церный (董务民译) 1 (98)

理性力学与数学方法

孤立波(上)(下)..... John W. Miles (李家春译 董务民校) 2 (165) 8 (285)

应用数学的一些最新进展..... J. B. Keller (段祝平翻译整理) 4 (301)

计算力学

三维裂纹应力强度因子计算综述 I. 数值算法..... 上海交通大学工程力学系 张永元 1 (37)

学术会议消息: 国际耦合问题数值方法会议..... 1 (16)

我国计算力学的发展——1980年全国计算力学学术交流会述评..... 上海交通大学分校 孙金文 2 (193)

计算空气动力学述评..... 北京空气动力研究所 付德薰 3 (199)