

弥散现象中的作用(H. Brenner)

15. 胶体粒子在湍流流体中的沉积
(J. T. Davies)

16. 熔化相变的反对称性(J. H. Bilgram)

17. 由化学反应生成气溶胶的动力学
(S. K. Friedlander)

18. 壁面湍流(T. J. Hanratty)

19. 界面不稳定性问题(S. G. Bankoff)

20. 反应器设计中的热力学限制(R. Shinnar)

21. 具有无定形组元的多相系统之界面结构与传输机制的相关(D. Schumann)

至于其余论文目录及部分论文摘要, 中国科学院力学研究所资料室收存一份, 有兴趣的读者可前往查阅.

下届会议将于1984年12月在以色列举行.

严宗毅

第2届全国复合材料学术会议

第2届全国复合材料会议于1982年8月18—22日在哈尔滨举行. 会议由中国航空学会、中国力学学会和中国宇航学会共同发起和主办, 由哈尔滨工业大学和哈尔滨力学学会承担具体会务工作. 全国97个单位的256名代表参加, 交流论文230余篇. 整个会议没有特邀报告, 所有代表分成下列四个小组宣读论文: 1. 组分与复合材料的加工工艺; 2. 复合材料结构、板壳的力学问题与设计优化方法; 3. 材料强度、断裂和疲劳及其测试方法; 4. 金属基与陶瓷复合材料. 会议开得生动活泼, 会上会下讨论热烈, 与会代表普遍认为这是一次成功的会议.

从1980年第1届全国复合材料学术会议(北戴河)与这次会议的对比来看, 无论参加会议的单位和代表人数, 还是论文篇数与学术水平都有了长足的进展. 我国复合材料科学事业正在逐步接近、达到国际先进水平.

由于笔者专业所限, 不可能对这样一个涉及多学科的会议进行全面评述, 本文只就力学方面谈一些粗浅的认识和感受.

I、会议表明我国在复合材料力学方面取得如下进展

1. 由于航天、航空、建材和船舶工业对复合材料结构应用日趋增多, 提出许多迫切需要解决的力学问题, 会上不少论文讨论了这

些问题的产生、解决程度与今后的工作任务. 例如卞恩荣“复合材料旋翼疲劳试验中温升问题”、沈梦山等“Y-2直升飞机复合材料旋翼桨叶剖面特性的测量方法”、王慕强等“复合材料旋翼桨叶调频方法”、张继栋“人造卫星复合材料结构的振动问题”、王云剑“复合材料桨叶的振动问题”、梁树久“复合载荷作用下玻璃钢火箭发动机壳体与连接裙间的剪应力分析”、李家驹“碳纤维环氧树脂复合材料异形梁刚度强度测定报告”、陈名甫“玻璃钢圆球壳的稳定性”、张少实“纤维缠绕回转压力容器结构设计和应力分析”、孙利平“纤维缠绕固体发动机壳体非线性大变形有限元应力分析”等论文, 就反映了我国复合材料的应用情况和存在问题.

2. 叠层复合材料板壳力学和设计优化问题. 应用经典各向异性板, 特别是正交异性板理论处理复合材料层板的弯曲、振动与稳定问题的文章最多. 不计材料的非均匀性, 唯象地把材料视为均质正交异性体, 是解决这类问题最常见的方法, 例如梁杰等“正交各向异性悬臂矩形薄板在自由端中部受集中载荷下的弯曲”、王震鸣等“正交各向异性的多层夹层和加筋扁壳的弯曲、稳定和振动”、黄小清等“各向异性叠层矩形板大挠度弯曲问题”、王铁成“正交异性圆柱壳的稳定”、

童贤鑫“复合材料叠层板结构剖面 and 加劲平板的轴压稳定性分析方法和计算程序”等论文。有少数文章考虑了横向剪切效应,例如陈烈民的“考虑横向剪切变形的复合材料薄壁梁弯曲问题”,也有少量文章分析了大挠度引起的非线性和粘弹性效应,例如刘国玺的“复合材料夹层扁壳的有限挠度方程和线性稳定问题”、胡建阳的“用后效弹性理论分析复合材料正交异性板的弯曲问题”,以及曾汉民的“聚苯硫醚非线性粘弹性行为研究”等。

纤维复合材料的可设计性是复合材料的突出优点之一,材料设计和结构设计的优化方法是这次会议上引人瞩目的问题之一。例如蒋咏秋“纤维增强层合板承受轴向压力屈曲的优化设计”和陈根长“在轴压作用下层合板的最优设计”二文,是以屈曲临界载荷为目标函数的优化计算。高树理“复合材料平衡对称叠层板铺层优化设计”是考虑了多向载荷下强度以及稳定相关关系的设计优化。此外周承侗报告了“三次破坏准则的有效应用和优化”等。

3. 强度、疲劳和试验方法。随着复合材料广泛用于各种结构,制订各种试验标准目前很受重视。标准制订工作大大推动了拉、压、弯、剪切和疲劳强度的研究和试验。不少文章报告了标准制定过程中的科研成果和有关试验方法。例如关于拉伸试验,有杨乃宾的“碳纤维复合材料拉伸性能试验方法研究”,白淑贞的“单向复合材料的拉伸破坏模式与拉伸强度”,洪永棕的“金属复合板拉伸试验技术中的两个问题”等。关于层间拉伸强度,有毛天祥的“纤维增强复合材料层板的层间拉伸强度”。关于压缩强度试验,有刘方龙的“碳环氧叠层板的压缩试验”,张宝的“大标距复合材料试件的压缩试验”,童家贤的“复合材料板材压缩性能试验方法研究”等。压缩强度试验是第三小组中有兴趣的问题之一。对于长标距试样,为了阻止整体侧向屈曲,必须加侧向约束,这约束对压缩强

度有无影响及影响多大,看法不一致。关于叠层板面内剪切试验,有许克勃等的“几种测定玻璃钢平面剪切特性方法的研究”和吴永端的“正交异性复合材料偏轴拉伸的破坏分析”。关于 45° 偏轴拉伸,试验测定平面剪切强度的准确性,看法也有分歧。关于层间剪切强度,有张双寅的“复合材料层间剪切强度研究”,李顺林的“复合材料层合板正交层间的剪切强度”,张宝成的“碳纤维增强塑料短梁层间剪切”。关于疲劳试验,有张和善等的“玻璃/环氧复合材料的疲劳裂纹扩展”,洗杏娟的“碳纤维增强环氧复合材料疲劳特性”,周瑾的“碳/环氧复合材料缺口叠层板拉-拉疲劳特性研究”。在冲击试验方面,有赵惠纯的“复合材料冲击行为的研究”。关于复合材料破坏准则论文也很多。例如张汝光的“纤维增强复合材料的破坏准则”,谢鸣九的“复合材料强度理论”,马祖康等的“应用刚度不变量计算复合材料无矩叠层板的极限强度”。什么是复合材料的极限强度?什么情况下可以认为材料破坏或失效?对这个问题看法很不一致。有人认为在载荷-位移曲线出现第一个拐点时就是破坏,这当然很保守;有人认为材料再不能承受更大载荷时是破坏;有人认为在疲劳时温度突然升高很显著就是破坏;有人认为在疲劳时刚度(或自振频)下降某一百分比时材料破坏。这个问题很有意思,值得进一步研究。

4. 复合材料断裂。这方面的文章很多,但多是借用金属材料的方法,也有少数文章考虑了复合材料的特点,例如李灏等的“双向加载下正交异性裂纹板的非线性能量率”,薛光兴等的“纤维复合材料的变形功密度断裂准则”,薛元德的“正交板裂纹自相似扩展时的脱胶损伤-应力松弛”,赵建华的“几种形状的正交各向异性试件的应力强度因子的计算”,张懋桐的“单向玻璃/环氧复合材料的断裂性能”,研究层间断裂韧性的有林旭的“玻璃钢复合材料的层间韧性”。在短纤

纤维复合材料断裂方面,有卢锡年的“增强热塑性材料的力学性质及断口显微分析”。

5. 螺栓连接和孔边应力问题. 复合材料连接问题直接关系到复合材料结构的安全可靠性. 有胶接、螺接和铆接、或胶接加螺接和胶接加铆接. 目前倾向于用胶接加螺接. 有几篇文章讨论了这个问题, 例如羊羚的“碳纤维复合材料叠层平板孔边应力”, 吴金泉的“碳/环氧复合材料螺接接头强度试验及应力集中系数研究”以及寇长河的“光弹性贴片法光测叠层板孔边应力集中”. 关于多孔连接涉及孔与孔之间相互作用, 问题较复杂, 值得进一步研究.

6. 层间应力和其他问题. 复合材料分层破坏是常见的破坏型式. 层间应力, 特别是自由边上和孔边层间应力是引起层裂的主要原因. 层间应力的研究是国内外科学家感兴趣的问题之一, 会上有罗祖道的“复合材料层压板层间应力的一个分析解”, 唐俊的“复合材料层合板孔边层间应力的计算”, 李思简的“具有纤维增强双层圆柱壳体的层间应力分析”. 这类工作虽然较少, 却体现了我国复合材料力学研究的深度.

从计算力学角度看, 有近 20 篇论文采用了有限元, 有限条或有限层技术, 计算的问题涉及正交异性板壳的变形、稳定和振动, 孔边应力或层间应力. 在试验技术方面, 有云纹法测位移, 贴片光弹法测孔边应力, 热象仪技术非接触式测温度等方法. 在陶瓷复合材料方面有郭景坤的“碳纤维补强氮化硅复合材料”. 金属复合材料方面有刘文能的“多元颗粒复合材料的等效杨氏模量及等效杨氏模量温度系数”. 在微观观测方面有韩圭焕的“单向纤维增强复合材料微观断裂机理的研究”. 关于混杂复合材料有宋焕成的“混杂复合材料几个力学行为的估算与实验”。

II. 几点感受

1. 这次会议充分体现了老中青科技工

作者相结合以及生产与科研相结合.

老年科学家人数少, 只占代表人数的 5%, 但起到了组织领导作用. 他们组织中年科研人员, 带领研究生和青年科技工作者作了很多工作. 这次会议的成功是与他们的努力分不开的. 中年人员占代表总数 90% 以上, 是攻关的主力. 他们精力充沛, 发奋工作, 论文最多, 在复合材料设计与科研工作中作出了最大的贡献.

生产是科研的动力. 生产和科研相结合推动了科研的发展. 凡科研成果大, 工作深入的单位都作到了这一点. 当然, 总的看来, 这方面做得还很不够. 有些高等院校和科学院的研究所感到有劲使不上, 在文献中找题目, 因而往往文章很多却不很解决实际问题, 并且题目重复的现象不少. 另一方面, 有的应用部门问题很多却解决不了, 参加会议后, 觉得自己的问题仍找不到答案, 感到失望. 因此, 我觉得有关领导应重视这个问题, 把这两个方面的力量更好地组织起来, 为我国复合材料事业作出更大贡献.

2. 复合材料是涉及多学科的综合性和科学领域. 从材料角度看有高分子、金属和陶瓷; 从学科角度看, 有实验力学、分析力学和计算力学; 从工作类别看有设计、加工和科研等. 会议表明, 力学工作者的加入, 壮大了复合材料科研队伍, 促进了材料科学和力学的结合. 会上力学方面的文章最多, 特别是用典型正交异性板壳理论处理层合板复合材料的变形、稳定和振动的文章多来自力学工作者. 但我认为从目前水平看, 复合材料作为材料科学首先是实验力学, 从大量实验中揭示复杂的力学现象, 为建立力学模型提供依据, 其次才是计算力学. 只有重视实验, 发展实验技术, 才能针对复合材料的特点发展复合材料力学. 例如这次会上考虑复合材料物理非线性、粘性、非均匀性的力学分析工作还很少, 微观和宏观相结合的工作也不多, 对短纤维增强塑料这种极有发展前

途的材料以及民用复合材料研究很少等，都是今后应该努力的方向。

3. 这次会议规模大，交流广泛，讨论热烈，收获很大。但是由于评选文章不严，分组偏大，会议报告日程安排不严密，在一

定程度上影响了交流的效果。

会议决定于1984年在成都举行第3届全国复合材料会议。

张双寅

疲劳学术讨论会

中国航空学会、中国力学学会于1982年9月7—12日在黄山联合召开了“疲劳学术讨论会”。这次会议共有86名代表参加，大会报告5篇，分组交流论文52篇。这次会议有以下几个特点：

1. 这是一次跨行业的疲劳学术讨论会。这次会有从事航空、力学、机械工程、农机、焊接、船舶、金属和材料科学各行各业的人参加。过去航空学会、机械工程学会、金属学会等都曾分别召开过有关疲劳的学术讨论会或工作会议，作为跨行业的全国性的疲劳学术讨论会，这还是第一次。这次会议促进了各行业之间的交流，着重讨论了各行业疲劳研究中带有共性的问题，如疲劳损伤规律的研究，疲劳裂纹扩展规律的研究，疲劳寿命估算方法的研究和应用，疲劳统计及可靠性分析，疲劳载荷谱测试、计数方法、编谱方法的研究，疲劳性能测试研究和疲劳破坏机理的研究等，对于促进各行业疲劳研究的开展起了积极的作用。

2. 这次会议讨论的内容比较广泛，基本上涉及了金属材料及其典型构件常温下疲劳问题的各个方面，是一次跨学科的疲劳学术讨论会。内容包括从微观到宏观的研究，从基本规律的研究到工程应用的研究。由于疲劳破坏的过程涉及金属和材料科学、力学、机械制造和工艺、工程应用等各个学科，因此各个学科之间的交流，促进了对疲劳破坏规律的认识。这次会议不仅强调了基本理论的研究，对工程应用也给予了足够重视，一些论文致力于工程中疲劳实际问题的

解决，有助于提高产品的设计水平和可靠性。

3. 这次会议对我国的疲劳研究工作是一次检阅。从研究队伍来看，我国的疲劳研究从50年代个别人的研究，发展到现在的相当庞大的队伍。从研究水平来看也有很大提高。例如在疲劳裂纹扩展规律方面，除了常规的材料疲劳裂纹扩展性能的测试以外，一些论文对斜裂纹、表面裂纹、超载迟滞问题、双向受载下的裂纹扩展问题等进行了比较深入的研究，对于国外近年来普遍重视的短裂纹扩展问题大会也给予了注意。在应变疲劳方面，一些论文对材料在循环加载下的特性、缺口件在疲劳载荷下应变分布的规律、裂纹的起始、疲劳缩减系数的确定等进行了研究。在寿命估算方法方面，从这次会议看，我们已初步掌握了国外各种疲劳寿命估算方法，如应力严重系数法、局部应变法、断裂力学方法等。有的论文还对全寿命估算问题、初始裂纹尺寸的选取问题作了探讨。疲劳统计理论已广泛用来对疲劳试验进行统计分析、分散系数的确定和可靠性分析。在疲劳载荷谱的测试、计数方法、编谱方法方面，国内各行业近年来做了大量的工作，已采用了雨流计数法，双参数编谱并编制了数据自动处理的程序。在疲劳机理研究方面，通过近年来的工作，已给出了循环演变及位错组态的清楚图象。

总之，与会代表认为这次会议开得比较成功。

与会代表还对今后的工作提出了建议。

(下转 345 页)