

目前正在攻克的力学难题

曹春华 (中国科学院力学研究所)

力学是一门研究物质运动规律的应用性极强的基础学科,迄今没有一项工程技术能够离开力学而存在。本世纪以来,随着科学技术的迅速发展,力学与邻近学科进一步相互渗透,形成和正在形成许多新的边缘学科。同时,随着现代工业向着高速、高温、高压方向的发展,在力学这门学科中又出现了许多新的迫切需要攻克的难题。

一、湍流

湍流是自然界中普遍存在的一种流体现象。湍流和人类生活、国民经济和国防建设等均有十分密切的关系。例如,如果没有湍流扩散,地球表面将充满有害物质,这样,人类就无法生存下去。

湍流理论从它的思路出发,大体上可分为两类:一是先把流体动力学方程组平均,然后再设法使方程组封闭,求解后再和实验相比较,看封闭办法是否正确;另一是先求解,取特殊模型,然后再引进平均,得到要求的物理量,和相应的实验进行比较。

人们很早就把湍流边界层划分为底层、壁面律层和尾迹层,后来又认为在尾迹层和自由流之间还有一个很薄的相互作用层,即上层。以后人们把前面两者统称为内层,后面两者统称为外层。三十年代费奇(Fage)和汤森(Townsend)就用超倍显微镜通过观察底层中流体的颗粒运动,发现其并非层流。五十年代哈梅(Hama)和科辛(Corrsin)等用染色流体切向引入底层,发现在底层中有流向的流条结构,在空间有一定的规律性,流动很慢,展向呈无序波状。六十年代以后,大量的压力空时关联和压速空时关联的测量,进一步表明在剪切湍流中可能存在相干结构。1963年美国斯坦福大学开始用流场显示技术对湍流边界层内层的相干现象进行了研究。七十年代克兰(Kline)、奥芬(Offen)等第一次形象地观察到了这种结构的发生和发展过程,并把这种发生于内层的相干现象称为“猝发”过程。这种猝发过程大致可分为流条上升、振荡和破碎三个阶段。1974年英国剑桥大学的费尔科(Falco)在低速风洞中采用引入烟的办法,发现边界层中有一种称为标准涡的结构,这种涡从侧面看,形同蜗牛,从上方看,形同蘑菇。

对于外层,人们也进行过广泛的研究,1955年科辛和基斯特勒(Kistler)就进行过边界层外层的测量和流谱的观测。后来许多人指出边界层的外层具有间歇现象,所谓间歇现象就是指在外层具有湍流特性的凸块(即湍流区)和非湍流区交替出现的现象。许多测量表明,外层的雷诺应力主要来自湍流凸块的大尺度相干结构,可达80%。1972年安洛尼亚(Anlonia)还发现湍流区的平均雷诺应力是壁面剪切应力的一半,这说明外层大尺度结构的强度近似地决定于壁面剪力。最近普拉图里(Praturi)和布罗德基(Brodkey)用立体观察技术对平板湍流边界层的相干结构进行了仔细的观察,根据观察,他们认为在不同的特性区与不同的事件之间没有明显的分界线。自由来流中湍流度的不同引起流动事件大小、方向、速度和强度的不同,但事件的基本性质并不改变。边界层外层的横向旋涡运动会引起湍流凸块的出现,并产生支配内层活动所需的条件,内层旋涡运动是从外层进来的高速流体与内层向外流的低速流体之间相互作用的结果。

最近几年,湍流研究进展突出表现在下列三个方面:(1)通过湍流拟序结构的发现,起码对平均流动怎样把能量传给大涡旋有了进一步的了解;(2)了解到纳维尔(Navier)-斯托克斯(Stokes)方程解的分支性,这样就对有序的大涡旋怎样变为随机的小涡旋有了进一步的理解;(3)可以用电子计算机对湍流进行数字模拟,至少说明在大涡旋的情况下,对给定的初始条件和边界条件,可用计算机对纳维尔-斯托克斯方程进行计算求解。

但是,从目前情况来看,湍流问题离彻底解决还很远,湍流仍然是力学中的特殊空白点。人们曾经作了很多尝试,想弄清:为什么管道中在临界雷诺数(它的值一般接近2300,在某些特殊情况下达几万,甚至几十万)时,在原先的层流流动中会突然地产生湍流?为什么在发生湍流的情况下,向层流状态的反转似乎是拖延了,并且在雷诺数明显小于临界值时发生?当流体作湍流运动时,质点速度脉动谱的完全确定形状是由什么决定的?为什么加入很少量的长分子聚合物可以削去它的高频部分?为什么这时物体在流体中的运动阻力急剧降低?可否建立二维而不是三维的湍

流运动的理论模型? 气液流影响湍流发生的原因何在? 在湍流研究中还有许多类似这样的难题急待人们去攻克。

二、地球流体力学

自从五十年代中期发现海底中巨大的洋脊体系以来, 海底条带状地磁异常对称图形、转换断层以及岛弧和深海沟地区重力和热流异常等重大发现接踵而来。最近十年来, 大陆漂移、海底扩张和板块大地构造假设已为绝大多数科学工作者接受。作为地球流体力学主要问题之一的地幔对流, 正受到各国力学工作者和地球科学工作者的高度重视。

地幔内高温区域中上升的物质, 从横贯全球所有大洋的中洋脊顶部裂谷流出, 形成新的玄武岩海洋地壳, 以中洋脊为中线的海底不断向两侧扩张。运动的板块在相会的界面上, 或者是海洋地壳向着大陆地壳下部俯冲(形成消减带), 重新消失在地幔中, 而在大陆外缘形成一系列岛弧和深海沟; 或者是板块之间形成转换断层而相互滑移; 或者是两个大陆相遇而形成绵亘高耸的山脉, 而部分大陆地壳也要回返到地幔中去。这就是现代板块大地构造假说的概貌。而这些以中洋脊和消减带为边界的地壳板块之所以能够互相运动, 主要是由于地幔中大尺度对流运动产生了足够的水平作用力的缘故。所以说, 地幔对流是板块大地构造学说的支柱, 从全球地震90%以上分布在板块的消减带附近, 可以明显地看出地震与地幔对流的关系是十分密切的。地球流体力学的研究, 将给地震的预报理论提供合理的基础, 特别是对研究历史年代地震活动规律的周期性以及强震的长期和中期预报, 可以提供有力的依据。

现阶段, 对于地幔对流的研究, 主要从三方面入手: (1) 研究地幔的物理化学性质。由于地幔位于地壳以下, 所以直接研究它的性质是有一定困难的。目前只能靠间接的方法, 即主要通过地震波来研究。由地震时纵波、横波的走时表得出地幔的弹性数据, 再作适当的假定, 推出地幔中的密度分布、比热和热膨胀系数等。(2) 地幔对流基本方程的研究。目前一般采用球坐标中的四个偏微分方程(其中三个是非线性的)来表示地幔的对流。也有人认为地幔对流是一种非牛顿流体运动。(3) 热斑和地幔羽流体力学的研究。一般说来, 热斑发源于地幔深部的作上升运动的羽状物的表面, 它表现为海洋板块内线状排列的岛链, 以及大陆大范围的富碱玄武岩成分的隆起穹丘。目前, 热斑和地幔羽的生成机理和流动特点的研究还刚刚开始。

地幔物质是什么, 至今仍然是看不见和摸不着的。

地幔物质的流变是固体在极端条件下的蠕变, 如何在实验室条件下作模拟试验, 目前仍然存在着种种困难而且, 地幔对流中的最主要问题, 即地幔对流的尺度仍然是个未知数。

三、高超声速尾流问题

高超声速尾流问题是流体力学中的一个基本课题。高超声速飞行体再入大气层时, 会在物体后面留下一条很长的电离尾流, 尾流具有极其复杂的气动、物理和化学性质。不同流动状态的电离尾流, 不仅具有不同的辐射特性, 而且具有不同的雷达散射截面。这些现象及其性质为我们提供了识别飞行体的依据。随着火箭、导弹和人造卫星再入大气层的成功, 高超声速尾流问题的研究也越来越显得重要。

当前, 高超声速尾流问题的研究可归纳为以下几个方面。(1) 高超声速尾流流场结构的研究。高超声速气流绕圆球运动时, 会在物体面前形成弓形激波, 并在物面附近形成边界层。物体后缘边界层由于遇到强压逆压梯度或物面急剧变化, 会与物面分离, 形成自由剪切层。自由剪切层在后驻点处汇合, 经颈部而形成粘性尾流。(2) 高超声速尾流转捩的研究。实验表明, 高超声速尾流转捩机理与一般附体流类似。只是由于尾流中的涡能只能在物体附近产生, 并在流向下游时不断扩散掉, 所以转捩过程比一般附体流缓慢。随着钝度比的减小, 由尾流失稳到转捩成湍流的距离会越来越长。在尾流中, 靠近物体处的流动首先由于其中出现小扰动而失稳。(3) 尾流增长律的研究。目前, 人们主要用阴影仪和纹影仪观测高超声速尾流的增长律。尾流的边界虽然具有明显的边缘, 但很不规则, 并且边缘内大尺度的脉动不断发展和连续增长, 所以给观察带来很大的困难。(4) 尾流计算方法和湍流输运系数的研究。有关高超声速尾流的理论分析工作, 开始于费尔德曼(Feldman) 1961年的平衡层流尾流数值解, 继后许多学者又作了深入的研究。林绍基和海斯(Hayes)从物理化学的角度探讨了这个问题, 他们略去了湍流尾流边缘的不规则性, 假定湍流边界沿轴线方向的发展, 服从由实验数据光滑化后的 $1/3$ 次幂规律增长。即凡在边界外缘的流动都是层流, 以内的流动都是湍流。由此把湍流尾流的混合和化学反应看作是准一维定常管道流来加以处理, 并提出无粘自由对流模型和均匀混合模型。(5) 湍流尾流脉动理论模型和实验方法的研究。描述湍流尾流的基本困难, 不仅在于众所周知的湍流机理不清楚, 并且还在于化学反应的分子性质要求有确定的尾流化学知识(即必须精确地计及流场温度和浓度的非均匀性, 要考虑到尾流混合与化学反应之间的耦合), 所以这是一个

很困难的问题。(6)尾流实验设备和测量仪器的研究。高超声速尾流的实验设备包括激波管、风洞、弹道靶和自由飞行实验,已应用的测量仪器包括光谱仪、辐射仪、雷达、自发光照相、电子束激光技术等。

目前,高超声速尾流仍有许多尚待探讨的问题,例如:(1)底部流问题的解决仍十分困难;(2)尾流转捩问题的基本理论仍未解决,特别是尾流转捩的判断还需进一步确定;(3)湍流尾流作为湍流理论的一部分来说,仍然是个悬而未决的问题,就高超声速尾流研究的主要目的而言,求雷达散射截面的关键问题是给出电子、离子、密度的脉动及其相关函数,虽然目前也有一些半经验公式,但它们的成功与否尚未得到实验的严格检验。(4)尾流化学问题中的烧蚀影响,还有待人们去大力研究。

四、疲劳和断裂力学

疲劳是固体力学的一个分支,疲劳虽然很早就被人们所发现,但是真正引起重视还只不过二三十年时间,至于理论研究则更晚。

人们为了解决疲劳问题,目前正朝两条途径进行探索。一条途径是对现代工业设备采取预防或保护措施,防患于未然,如选择具有较高抗疲劳性能的材料、防止应力集中、合理布局结构、进行表面防护、提高构件表面加工质量和采用一些新技术和新工艺等。另一条途径是搞清楚疲劳破坏的机理,从理论上解决疲劳的破坏问题。

国内外虽然对疲劳问题进行了大量研究,已解决了一些工程技术问题,但是到目前为止,疲劳破坏现象仍然不断地发生,疲劳仍严重地威胁着结构或构件的安全。当前人们正集中力量研究下列几个问题。(1)疲劳破坏机理的研究。现阶段虽然已提出了循环软化、滑移、位错、空洞合并和拉链机理,但均未获得公认。(2)疲劳累积损伤理论的研究。累积损伤理论是说明疲劳裂纹形成的重要理论,目前虽已建立了几十个损伤理论,包括线性理论、修正理论、经验公式和半经验公式等,但都存在很大的局限性,只能在特定的条件下使用,所以需找到一个既简单又合理的统一理论。(3)疲劳裂纹扩展理论的研究。和累积损伤理论的研究一样,目前已提出的裂纹扩展公式也有几十个,但都还是近似公式,没有完全考虑影响裂纹扩展的一些主要因素。(4)特殊条件下疲劳问题的研究,如低周疲劳、腐蚀疲劳、热疲劳、噪声疲劳和非金属疲劳等。

断裂力学是在本世纪五十年代,随着生产和科学技术的发展而蓬勃兴起,并得到广泛应用的一门新兴学科。在理论上,它研究外界条件、结构与裂纹几何形状、裂纹前缘的应力和应变状态之间的关系及其变

化规律;在实验上,它确定材料抗裂性能参量、指标及其测量方法;在应用上,它提出怎样合理地选择材料和建立新的设计概念及安全措施,控制和防止结构发生断裂破坏。

断裂力学的出现,虽然时间不长,但已从理论研究迅速发展到了各种工程实践的应用中去,七十年代以来,在宇航结构、造船焊接、大桥建筑、核能工程、电站设备、机床主轴、水工结构和地震工程等方面,都成功地引用了断裂力学的方法。

近几年来,在线弹性断裂及其应用研究上有了较大的进展,但仍然有许多问题有待于研究和探索。线弹性断裂力学,在处理高强度材料防止脆断问题上比较成功,但进一步推广到中低强度材料、薄壁结构和疲劳问题上就很成问题,也就是说,弹塑性断裂力学或屈服以后的断裂力学问题仍然没有得到解决。此外,复合材料和非金属材料的断裂力学问题也是一个急待解决的难题。有人预言,今后十余年,将是复合材料的新时代,怎样应用断裂力学方法去确定复合材料的力学性能,这是世界各国目前正全力以赴进行研究的课题。概率断裂力学的研究是断裂力学中新出现的课题。由于裂纹体的断裂,要受缺陷大小、取向和分布、探伤手段、材料性能、载荷的大小和介质环境等因素的影响,每一个因素都带有不同程度的随机性,而断裂又总是从最薄弱环节(如缺陷尺寸大、应力高和材质差的部位)开始的,所以完全按确定性模型来处理断裂问题,往往难以得到可靠的结果。因此,研究概率断裂力学就显得十分重要和迫切了。宏观和微观相结合研究断裂力学,是近年来弹塑性断裂力学研究的一个主要动向,它反映了力学工作者走向微观,以便和材料学科结合,更有效地解决工程结构材料强度和断裂问题的强烈愿望。六十年代工程断裂力学的发展和运用,向冶金界和力学界提出了裂纹扩展宏观微观相结合研究的新任务。六十年代末提出的硬化材料裂纹顶端塑性应力应变场奇异性的模型,为裂纹解理扩展的 K_{I0} 模型分析提供了可能性。皮诺(Pineau)用此关系于裂纹顶端地区发生的解理断裂来给出解理断裂的 K_{I0} 模型,但是到目前为止,还未能建立起统计模型中的实验参量与微观组织和解理断裂机制之间的关系模型。除此之外,还有裂纹扩展动力学、高温断裂力学、表面裂纹、氢脆断裂和裂纹扩展迟滞效应等问题,也还在努力攻克之中。

五、爆炸力学

爆炸力学是一门边缘学科,它主要研究爆炸对周围环境的力学作用规律,特别是冲击波的产生、传播和作用规律等。它的主要特点是高压、高温和瞬时。

爆炸力学又是一门应用性很强并与国防建设、工农业建设有着密切关系的学科,例如在土建工程、矿山、水利建设和国防施工中常用定向爆破去开挖路堑、凿通隧道、剥离矿山和疏通航道等。

当前爆炸力学的研究主要有以下几个方面。(1)空中爆炸。炸药爆炸时,在空中会引起冲击波,对周围结构有强烈的破坏作用。接近地面爆炸时,还在地面形成爆炸坑,对地下产生应力波,能引起地下结构的振动和破坏。因此解决反压对冲击波传播影响的点源爆非自模拟解问题,以及研究非均匀大气中的点源爆炸波理论就显得十分重要。(2)水下爆炸。主要是对水下爆炸载荷进行研究,包括爆炸所引起的冲击波、爆炸气球的运动和所发出的压力脉冲,以及水面、沙石底和刚壁的边界效应等。另外还研究水下爆炸对结构物的影响等。(3)地下爆炸,包括地下深层爆炸、地下浅层爆炸、地面爆炸和爆破工程等。(4)超高速碰撞、聚能射流和穿甲问题。(5)爆炸加工与爆炸合成中的爆炸力学问题,例如大型钣金零件的成形和用爆炸方法合成金刚石等。(6)高速高压动载荷作用下介质力学性质的研究,是爆炸力学中的基础研究课题。它主要研究固体的状态方程,即建立内能、比容、压力与温度之间的函数关系,解决固体的塑性性质、断裂和高应变速率率等问题。

要使爆炸力学能更广泛地应用于工农业生产和国防建设中,还必须深入研究和攻克以下几个难题。(1)爆炸力学与超高压物理、物理力学、计算技术和各种工程技术的关系问题。(2)爆炸力学的现场测量问题。当前现场测量存在着许多困难,特别是应力和应变的测量方面。如果说,由于载荷作用比较长,因而可以忽略应力或应变探头的动态匹配问题,但是静态匹配问题仍依然存在,仍要求有比较准确的标定手段。当前这个问题仍未解决。(3)地下爆炸的力学模型和地下爆炸对结构物的影响仍急待弄清。(4)关于聚能射流的形成与破甲理论,是在完全忽略了材料的可压缩性和强度情况下建立的。但是实践表明,不论是聚能射流的穿透能力,还是装甲的防护能力,都与材料的强度性能有关,因此怎样把强度因素考虑进去,仍是一个难以攻克的课题。(5)随着计算技术的发展,近年来发表了一系列穿甲和崩落问题的数值解法,从定性角度看,计算结果能反映实际情况,但是为了真正解决问题,还必须对高速高压下材料的性质进行更深入的研究。(6)对于爆炸合成金刚石的机理问题和金刚石粉末的烧结机理,目前尚无定论,仍需努力攻克。

六、物理力学

物理力学是近二十年来才逐渐建立和发展起来的

一门新兴学科。大约在五十年代初,力学进入了一个新的历史阶段,即近代力学阶段。这个阶段的主要特点是,在现代许多工业中,出现了一些迫切需要解决的特殊力学课题,例如在超高速飞行技术中会遇到几千度和几万度的高温问题,在高速爆炸工程中会遇到几十万、几百万和几千万个大气压的高压问题。在这种高温高压的特殊条件下,如果只从宏观角度去分析问题,就会遇到很大困难,所以必须从物体的微观结构出发,应用原子和分子的性质以及相互作用的规律去分析物体的宏观性质。也就是说,在现代新的历史时期里,力学还需回到物理中去吸取和运用它的新成就,进一步结合实际问题,得出工程技术中的有用结果。如何有效地把微观物理的新成就用到力学中去,这就是物理力学所要探讨的内容。

物理力学的任务是通过材料的微观结构的分析,推论出它的宏观性质,并把有关宏观性质的实验数据加以整理和总结,找出其中的微观机理与规律,然后再进一步利用这些规律去预计新材料的宏观性质,特别是近代尖端技术中在特殊条件下所需的新材料性质。

目前,物理力学正围绕着下面几个课题进行研究:(1)高温高压固体状态方程与相变,包括金属高压状态方程、岩石高压状态方程、金属高压加高温下状态方程的探讨,相变规律的摸索和静态动态高压设备及实验方法的建立等;(2)高温气体的性质,包括高温气体的平衡性质、输运性质和弛豫过程的研究,高温气体化学反应动力学问题和冷凝问题的探索,以及实验方法与激波实验设备的建立等;(3)高压气体的性质,包括高压气体状态方程的建立和高压气体的化学平衡及反应动力学的研究等;(4)辐射与气体、液体和固体的相互作用,包括气体、液体和固体辐射吸收系数的确定,强光与固体的相互作用,以及大功率大能量激光器、硬X射线和软X射线实验手段的建立等。

我们知道,介质总是由大量的原子和分子组成的,介质的宏观性质与组成介质的原子或分子的微观结构及原子之间的相互作用有关。原子和分子的微观结构由电子的波函数描述,研究原子或分子间的相互作用也首先需要知道电子的波函数,有了波函数后,如何从波函数求出原子之间与分子之间的相互作用势,这是目前正在攻克的主要难题。

研究高温气体时,需要研究高温气体中的原子和分子状态及碰撞过程。研究高压气体的性质和物态方程时,需要从波函数出发,研究分子间的近距离相互作用势。研究高压固体物态方程时,需要从固体的原子结构和电子结构出发研究高压下的状态变化。研究高温高压介质的辐射性质时,需要计算原子和分子中

的状态跃迁几率。要研究和解决上述这些难题，是当前摆在物理力学工作者面前的十分艰巨的任务。

七、理性力学

理性力学是一门数学学科，又是一门具有横贯性的力学学科。它用数学的基本概念和严格的逻辑推理，一方面对各种传统变形体力学分支，用统一观点进行综合性的更深入的基本规律的探索，另一方面对经典理论无法解决或解决不好的问题，力图从物理原型出发，经过综合过程，由感性认识上升到理性认识，建立和发展新的力学模型和理论。

近三十年来，理性力学得到了较大的发展，它首先对经典力学问题进行了深入的研究和补充。例如1977年米勒(Müller)系统地提出了混合物热动力学理论。其次，理性力学还努力探索在现实可能条件下，固体和流体非线性问题的精确解。在单纯物质体理论的创立和发展上，继1958年诺尔(Noll)提出第一单纯物质体数学理论后，欧文(Owen)又提出了具有弹性范围物质的数学理论。比西(Beathy)和利(Leigh)还提出了表面力和连续统中单纯物质体运动的本构关系的数学理论。最近西尔哈维(Silhavy)和克拉托克维尔(Kratochvil)提出了非弹性物质的力学理论，从而使物质体理论的研究范围更加扩大。特别是理性力学三部场论专著的诞生，使理性力学的研究提高到一个新的阶段，并对理性力学的研究产生深远的影响。从此，理性力学作为数学力学的一个重要方面和力学理论的基础不仅得到了承认，而且站稳了脚跟。

但是，应该看到理性力学的研究离开发展到完善的地步还相差很远，特别是在应用方面，当前仅仅限于广义连续统场论中最简单的那部分内容。目前需要攻克的难题很多，例如：连续统静力学、运动学和连续位错的关系如何；极性连续统场论与非局部连续统场论的联系怎样；微极弹性理论与非局部弹性动力学的变分问题；微极弹性固体中的加速度波的传播问题；极性连续统理论在复合材料和地震过程中的应用问题；怎样用广义连续统场论解释具有原子尺度的现象和问题；微极流体的剪切流动和非正常流动问题；微结构对血液流动性质的影响问题，以及用非局部连续统理论处理穿甲力学的问题等等。

八、生物力学

生物力学是近代力学的一个重要分支，它是用力学方法定量地、分析地研究生物系统的功能和构造的关系的一门学科。生物系统极其复杂，其功能与构造的关系是多维的，这关系取决于生物系统的组成和各组元或子系统的形态等。生物力学的主要任务就是研

究这些过程的基本规律，从而更深刻地认识生命世界。

生物力学的研究具有重大的理论意义和现实意义，现代技术又为生物力学研究提供了必要的测量手段，所以从六十年代以来，欧、美、日、苏等都十分重视这门学科，并建立了专门的研究机构。

现代生物力学的研究内容是广谱的。就广度而言，从生物大分子、小分子集合体和细胞到各种动物、植物和人，以及整个生物系统和外界环境的相互作用，都是生物力学的研究对象；就深度而言，它既包括生物量子力学和生物热力学等高度理论性的分支，又包括创伤力学和医用流变学等实用性很强的学科。当前，生物力学围绕着下面几个方面进行深入的探讨：(1)微观生物力学，包括生物大分子集合体、细胞、亚细胞组织、生物膜和生物纤维的构造与力学性状的关系；(2)生物材料的力学性能，包括各种生物材料(液体、软组织和硬组织)状态方程的确定和宏观流变性质与微观结构的关系；(3)生物系统结构静力学、运动学和动力学，包括人和高等动物运动器官、内脏器官的力学特性、稳定性、破坏机理和创伤力学的研究；(4)生物系统内部和外部流体动力学，包括人和高等动物的心血管系统、呼吸系统、血液流动和物质交换、光合作用的研究；(5)生物热力学，包括生物系统与环境之间的热力学平衡规律和生物体从胚芽到成体发育过程中熵的变化等方面的探索。

目前，正在努力攻克的难题有：(1)生物材料物性不确定，实用中待求的往往是组织物性的变异，而生物力学需通过分析运动规律来推断组织物性的变化；(2)由于生物系统很复杂，所以建立理论分析模型和实验研究模型十分困难，目前正在摸索中；(3)生物系统各部分、各因素之间的相互影响很强烈，当一个因素发生变化时，无法保持其他因素不变，单靠传统的力学方法是不能解决问题的，如何采用新的途径，目前正在探索中。

当前，力学学科正处在一个历史发展的新阶段，旧的经典力学时代已经结束，取而代之的是向着更广阔领域延伸与深化的现代力学体系。上面提到的课题与新学科，仅是当前正在攻克中的力学难题的一部分。另外，在计算流体力学、磁流体力学、瞬变流、大气动力学、地球构造动力学、地震工程动力学、海洋工程力学、复合材料力学和褶皱力学等学科中也存在着大量的力学难题，这些都有待我们去努力攻克。相信在不久的将来，通过努力会在许多方面取得突破。

(u, v, w) 是点 P 关于三角形 T 的重心坐标。近年来,这一类多项式已被广泛地应用于“计算机辅助几何设计”。令 $f = \{f_{i,j,k}; i+j+k=n\}$, 称之为曲面(1)的 Bézier 纵标集, 这是设计人员事先给定并可以调整的一组数据。对这一组数据提出若干易于检验的条件以保证曲面在 T 上是凸的, 显然是一件有意义的工作。

不久前, 常庚哲与 P. J. Davis 证明: 如果 f 适合:

$$\begin{cases} \Delta_{i,j,k}^{(1)} = (E_2 - E_1)(E_3 - E_1)f_{i,j,k} \geq 0, \\ \Delta_{i,j,k}^{(2)} = (E_3 - E_2)(E_1 - E_2)f_{i,j,k} \geq 0, \\ \Delta_{i,j,k}^{(3)} = (E_1 - E_3)(E_2 - E_3)f_{i,j,k} \geq 0, \end{cases} \quad (2)$$

这里 $i+j+k=n-2$, 而 E_1, E_2, E_3 是移位算子:

$$E_1 f_{i,j,k} = f_{i+1,j,k},$$

$$E_2 f_{i,j,k} = f_{i,j+1,k},$$

$$E_3 f_{i,j,k} = f_{i,j,k+1},$$

这里 $i+j+k=n-1$, 那末 $B_n(f; P)$ 在 T 上是凸的。

本文改进了上述结果, 即证明了: 如果 f

适合条件:

$$\begin{cases} \Delta_{i,j,k}^{(2)} + \Delta_{i,j,k}^{(3)} \geq 0, \\ \Delta_{i,j,k}^{(3)} + \Delta_{i,j,k}^{(1)} \geq 0, \\ \Delta_{i,j,k}^{(1)} + \Delta_{i,j,k}^{(2)} \geq 0, \\ \Delta_{i,j,k}^{(2)} \Delta_{i,j,k}^{(3)} + \Delta_{i,j,k}^{(3)} \Delta_{i,j,k}^{(1)} + \Delta_{i,j,k}^{(1)} \Delta_{i,j,k}^{(2)} \geq 0, \end{cases} \quad (3)$$

其中 $i+j+k=n-2$, 那末 $B_n(f; P)$ 在 T 上是凸的。

显然满足条件(2)的 f 必满足条件(3)。

反过来, 若 $f_{2,0,0} = f_{0,2,0} = 2, f_{0,0,2} = f_{0,1,1} = f_{1,0,1} = 1, f_{1,1,0} = 0$, 则条件(2)不能被满足而条件(3)却能被满足, 从而 $B_2(f; P)$ 在 T 上是凸的。可见条件(3)的确优于条件(2)。

本文还证明了, 对于 $n=2$ 及 $n=3$, 条件(3)是 $B_2(f; P)$ 及 $B_3(f; P)$ 在 T 上凸的必要充分条件。

[1] Chang G. Z., Davis P. J., *J. Approximation Theory*, 40, 1(1984)11

(1983年12月13日收到)

编后

模糊数学创立以来发展迅速, 国内外都在理论和应用方面作了大量工作。但是关于它的理论基础以及它与经典数学的关系, 学术界看法不一。《数学基础与模糊数学基础》一文提出了作者的见解, 值得重视。

随着计算机的发展和普遍应用, 计算化学这一门新兴的边缘学科脱颖而出。量子化学计算是计算化学十分重要的组成部分。美国波士顿学院化学系潘毓刚教授在专稿《量子化学计算的回顾和前瞻》一文中, 精辟地分析了量子化学计算的发展, 并指出“密度函数理论”的发展将给量子化学计算带来一次大革命。

随着科学技术的迅猛发展, 力学与邻近学科进一步相互渗透, 形成和正在形成许多新的边缘学科, 同时也出现了许多迫切需要攻克的难题。《目前正在攻克的力学难题》一文详细介绍了众多的力学难题, 有一定启迪作用。

吴健雄教授是著名的原子核实验物理学家。她曾多次来华讲学, 对 β 衰变及揭示弱相互作用本质等方面的研究贡献卓越。厉光烈同志根据吴教授的有关论著, 特为本刊撰写了《吴健雄与 β 衰变》一文。本期刊登的是该文的第一部分, 主要介绍了 β 衰变对物理学基本规律的两次冲击。

目前世界上有四个大型的原子核聚变装置正在研制。其中美国普林斯顿大学的 TFTR 首先装配完成。

《托卡马克聚变试验反应堆》一文是作者根据该校的斯蒂克斯教授所提供的最新资料写成的, 它详细介绍了 TFTR 的装置结构、参数及今后几年的物理实验计划和远景规划。

由美国、荷兰和英国共同研制发射的红外天文卫星(IRAS)于1983年1月25日升空, 同年11月21日完成探测使命。历时近10个月。在此期间, IRAS 取得了一系列重大的发现, 成为1983年度世界上一项重大的科技进展。《首次红外天文卫星巡天》一文就 IRAS 的发现分几个方面作了较详细的介绍。

计算机的高级语言是人机对话的媒介, 不同机器使用不同的语言。以人工智能为特征的第五代计算机将采用什么语言呢? 《PROLOG 语言和第五代计算机》一文论证了 PROLOG 语言和第五代计算机的关系。本文与本刊7卷7期发表的《谈谈第五代计算机》一文成为一组介绍新一代计算机的文章。

光学双稳性的发现导致了双稳态光学器件的诞生。该器件具有光逻辑功能, 在未来的光数字计算机中, 有可能成为一种基础逻辑元件。《光学双稳性和双稳态光学器件》一文对咨询技术作了介绍。

康复医学是近年来迅速发展的一门新兴学科。它有别于预防医学和临床医学, 有“第三医学”之称。《康复医学在疗养学中的应用》一文对康复医学在疗养学中的初步应用作了简要探讨。