

程耿东

著名工程力学、计算力学专家

■ 程耿东 Cheng Gengdong

中国科学院院士

Academician of Chinese Academy of Sciences

原大连理工大学校长

Former President of Dalian University of Technology

☞: 请谈一下你研究工作的主要方向和近期的研究重点。

程耿东: 我的主要研究工作是结构分析和结构优化,特别是结构拓扑优化。近期的研究集中在材料和结构的轻量化设计理论和方法。结构的轻量化设计对于降低产品生产和使用成本、减少长期服役能耗、提高产品性能都具有重要的意义,随着能源与资源的短缺及竞争的加剧,轻量化设计将受到更多的关注。对于航空结构,轻量化则是永恒的主题。轻量化的实现,主要通过结构设计的优化和改进及轻质材料的使用。我研究的内容包括对材料本身的微观结构优化和宏观结构优化。结构的不同部位、不同功能要用不同的材料,为理想的结构布局找到理想的材料是我们研究的努力方向。这就是说,既对材料进行优化,也要对结构进行优化。通过对结构和材料的联合优化实现结构的轻量化。

☞: 请介绍一下现代新型轻质材料的情况。

程耿东: 传统的轻质材料如铝合金,铝镁合金等,后来出现了蜂窝夹层材料、复合材料和钛合金。泡沫材料也是一种轻质材料。但传统的泡沫材料的内部微观结构是无序的,其泡沫孔的大小很不规则,这样对其力学性能有很大影响,基本不能承载。最近一段时间,出现了“有序多孔材料”,如金属点阵材料、新型的蜂窝夹层材料,它们可以是开孔和闭孔的,这些材料内部的微观结构,如孔洞等都是规则的。由于规则的微结构,这些材料的力学性能可进行预测和设计,可以具备一定的承载能力和减振、散热、隔热等多种功能。我们的材料微结构设计主要针对这类“结构化材料”

☞: 结构拓扑优化设计与传统的优化设计有何不同,目前拓扑优化有何应用?

程耿东: 所谓的结构拓扑优化,对杆系结构来说,是寻求最优的杆件

连接方式;对连续体结构来说,是如何在连续体上最优地开挖孔洞。结构拓扑优化方法的基本思想是将结构拓扑的优化转化为材料在结构内的最优分布,从而将作用在结构上的外荷载以最优的方式传递到支撑上。结构拓扑优化问题中研究最多的是“最大刚度”设计。

结构拓扑优化在航空界已经受到很大重视,典型的例子就是空客对 A380 机翼前缘肋的拓扑、形状、尺寸所进行的优化。空客最初用铝合金进行设计,后来因为重量问题改用复合材料,但由于设计保守,复合材料构件减重效果并不明显,所以又改回使用铝合金,采用拓扑优化设计,最后总体减重效果达到 45%。

我们目前主要是和我国航天部门进行合作,近来的工作是为我国新型运载火箭进行结构优化,显著减轻全箭结构重量并提高有效载荷。

过去我国很多制造企业按进口的图纸生产产品,自己无法进行设计,也就无从谈起“结构优化”,国内搞优化设计的研究人员也无用武之地。现在我国提倡“自主创新”,号召对各产品进行自主设计,因此结构优化设计也变成重中之重。拓扑优化可以提出新的产品构形,而这种新构形可能是工程师过去所没有想过的,目前在很多结构上已得到应用。

利用拓扑优化,可以对材料的微观结构进行设计,可以设计出一系列新型材料,比如设计负泊松比材料、零热胀系数材料等,这些新型材料对于工业上也会有很大用处。

☞: 作为业内专家,您对我国 CAE 软件产业的发展有何建议?

程耿东: 我国的 CAE 产业现在正处于发展的最好时机。我认为要发展我国自己的 CAE 软件,最好能结合相应的需求,先开发出一系列专用的软件来设计产品,然后再用产品来推动设计软件的发展。例如

程耿东 院士: 工程力学、计算力学专家。

1964年毕业于北京大学数学力学系,1968年大连工学院研究生毕业,1980年获丹麦技术大学博士学位。曾任大连理工大学校长。1995年当选为中国科学院院士。兼任国际结构和多学科优化协会副主席、国际理论和应用力学协会大会委员会委员、第五届中国科学院主席团成员、中国力学学会副理事长等职。历任第九届、第十届全国人大代表。《工程优化》、《计算机与结构》等4个国际期刊及《力学学报》、《计算力学学报》等8个国内期刊编委。

程耿东院士长期致力于计算力学和工程力学的教学和研究工作,特别是在结构优化理论方面,其成果被公认为对结构拓扑设计均匀化方法具有奠基性意义,对近代布局理论发展起了关键作用。同时他也非常重视计算力学为工程服务的软件开发及应用,不断开拓新的研究方向。程耿东院士曾获国家自然科学奖二等奖二项,国家科技进步奖三等奖,国家教委科技进步奖一、二等奖,何梁何利科学技术奖等多项奖励。



达索公司在最初设计飞机时,开发了一系列小型专用设计程序,专门用于本公司的飞机设计,后来把这些程序进行整合、优化,于是就有了后来广泛应用于航空工业的 CATIA。国家发展要有相应的“软装备”和“硬装备”,现在我国有很多重大专项,如大飞机计划、新型运载火箭计划等,我希望能够结合这些重大专项计划的实际应用,开发并完善相关的设计软件。

(采访 侧卫 责编 依然)