

工程分析中的材料选择方法

牛晓明

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

摘要 介绍了集成化的材料软件系统的特点、功能和使用,结合实例介绍了工程分析软件 PATRAN 和材料软件系统 M/VISION 相结合实现工程分析中材料选择自动化的方法和过程。

关键词 材料 数据库

1 引言

在产品的设计过程中,材料的选择无疑将影响产品的设计、加工制造方法、成本、性能、寿命和产品质量乃至生产周期,在现代社会日益激烈的市场竞争中,为了取得竞争上的优势,应当不断地推出新一代产品占领市场,缩短生产周期,随着材料科学的发展,大量的新材料不断涌现,数以万计的材料广泛地存在于市场当中,这就为广大的产品设计人员在选择材料上提供了广阔的空间同时也使他们面临一个难题,那就是如何有效地选择材料,也就是说,产品设计人员应当在产品的优化设计过程中,将材料作为一个设计变量加以选择和优化。

2 材料选择的难题和解决办法。

材料的选择一般是在设计周期的初期进行的,因此,材料选择的不当将可能导致的一个问题是成本的增长,例如,当所选材料需要较为特殊的加工工艺或需要较高的环境条件加以保存时,都将导致制造和保存费用的增加。同样,选择一种新的,不为人们熟知的材料也许将使我们不得不面对一系列新的问题:当前的加工制造设备能否满足要求?这种新材料是如何加工出来的?它的成本、耐久性以及如何维修等,面对诸多亟待回答的问题,工程设计人员有时不得不知难而退,也就是说,他们又重新将材料的选择范围局限于他们所熟知的材料范围内,这样做虽然未必能找到最优的材料,但否则的话则意味着需掌握和处理大量的相关材料信息,因为针对

不同的应用条件和不同的材料,人们需要掌握的材料信息也不同,例如,对于一种新型合金材料,我们可能希望了解它的短横切面上和与之成 45 度方向上的拉压强度,硬度及疲劳极限等特性,而对于一种塑料复合材料,我们感兴趣的则可能是这种材料的某一复合层的特性、它的温度特性、在湿度条件下的应力-应变关系特性等。

为了可靠地对材料进行比较,仅仅了解材料的属性和参数本身是不够的,设计人员必须知道这些属性和参数是在什么条件下得出的,它们的单位制以及精度如何,对于高质量的产品设计,材料信息的关联性起着十分重要的作用。此外,为了成功地使用一种新材料,设计群体中应有专人对材料进行测试和分析工作,以免产生重大错误。一般来说,选材料的过程是查阅大量手册、目录和产品清单的过程,对于少数常用的材料来说这种方法是可行的,因为这些材料本身特性并不会有什么新的改变,但对于一种新材料来说,则需要掌握更多的信息,这其中最重要的是材料的测试与分析数据,例如,即使是同一型号的两个陶瓷材料,如果它们是由不同的厂家所生产,那么它们的微结构产生微小变化时也可能产生显著不同的冲击阻力。同时,为了正确使用最新材料并与其它材料进行比较,也需要掌握大量的材料测试数据,而利用分析的方法,设计人员则可以透过对材料一般属性的了解而对材料在某一特殊应用条件下的特性进行考查,例如,对于复合材料来说,有时材料结构的设计与产品结构的设计是同时进行的,通过分析可以确定复合材料各层和纤维的方向是如影响产品性能的,分析同样有助于了解材料在复杂环境下产生的响应情况,这些分析往往表明以往在建立材料模型时所做的一些假设对某些新材料来说是不合适的,因此,必须采用一种新的方法,对材料进行全面的综合评价。

3 集成化的材料数据库系统

工程设计的快速发展推动了设计和分析过程中材料信息选择与处理计算机化的发展,这一系统的核心就是数据库,而材料信息的特性则决定了数据库如何发展,一般说来,材料的信息是以表格、曲线和图像的方式存在于数据库中的,利用表格可以方便地对几种不同的材料的属性进行比较,而曲线和图像则可以在视觉上直观地从大量的数据中抽取出材料的某些特征,例如,图 1 与图 2 分为某铝合金和塑料的应力-应变曲线,从中可以容易地得出材料是塑性还

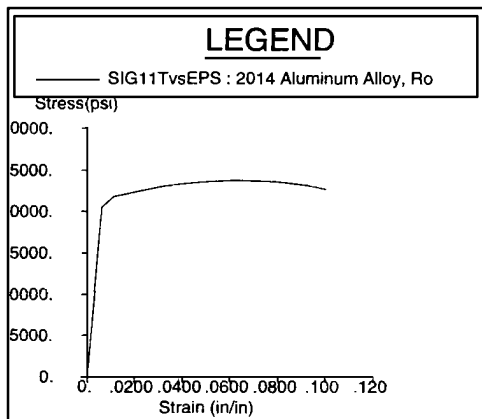


Fig. 1 Stress-strain curve of alloy

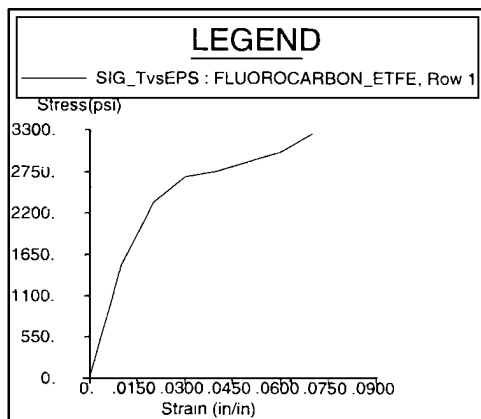


Fig. 2 Stress-strain curve of plastic

是脆性的、它的屈服条件、以及它的相对的刚度和强度, 而要从形成曲线的数据所组成的表格中得出同样的结论则要困难得多, 这一例子表明了集成的计算机化的材料信息系统所具有的优越性, 在这一系统中, 所有的材料属性存储材料数据库中, 可以方便地查寻和检索, 大多数的材料属性值具有单位, 而相关的信息则描述了获得这些数据的试验过程, 例如样本的类型, 试验条件等。了解实际的试验方法具有十分重要的意义, 例如, 对纤维复合材料来说, 对单纤维与多层复合纤维进行试验所得出的极限强度会有很大的不同。目前国际上集成化的材料信息系统得到了迅速的发展, PDA 的 M/VISION 材料软件系统具有庞大的材料库、方便的用户自建库工具、以及对材料进行选择、综合评价、并直接与工程分析系统相联接的功能, 是工程分析人员的有力工具。

4 材料选择与工程分析

材料信息在工程分析与仿真中起着十分重要的作用, 在机械结构与热分析中材料属性将直接影响求解的准确性, 因此, 材料的选择与输入成为工程分析中重要的一环。材料选择与工程分析的过程见图 3。

以往这一材料输入过程主要是由手工完成的, 因而其缺点是显而易见的, 首先是数据输入的重复性, 每次分析不同的题目均需重新输入材料数据, 造成时间的浪费和效率的降低, 其二是易于出错, 查阅数据意味着大量的繁琐的劳动, 使由此而产生的出错可能性大大增加, 其三是不

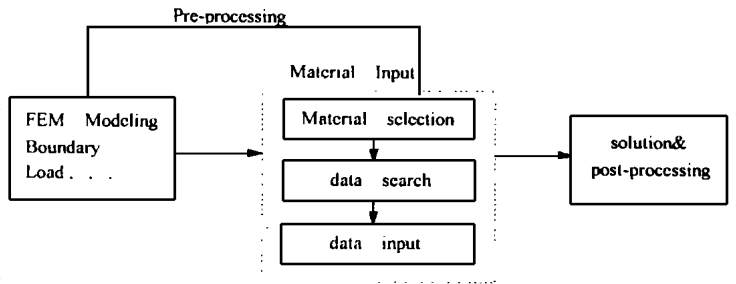


Fig 3 Procedure of CAE

确定性, 由于各种材料手册种类繁多, 而其数据往往也不尽相同, 造成输入数据的不确定性, 为了解决这些问题, 行之有效的方法是采用集成化的材料信息系统, 实现工程分析过程中材料选择的自动化, 这一系统的核心是一个包含大量数据的材料库, 用户可以在集成环境下对其数据资源灵活地选择, 分析, 处理并将数据传输至工程分析前处理模中去, 材料软件与工程分析的关系见图 4。

采用集成化的材料软件系统具有如下的优势:

1、使用灵活方便, 利用 M/VISION 的材料库和 PATRAN 3 的 Materials Selector 模块可以将所选材料及其属性直接输入到 PATRAN 的分析模型中去。

2、数据量大, 利用计算机的存储器可以在材料库内容容纳数以万计的材料, 每种材料可有多达上百种各类属性, 分别以表格, 曲线, 图像的方式储存在数据库内。

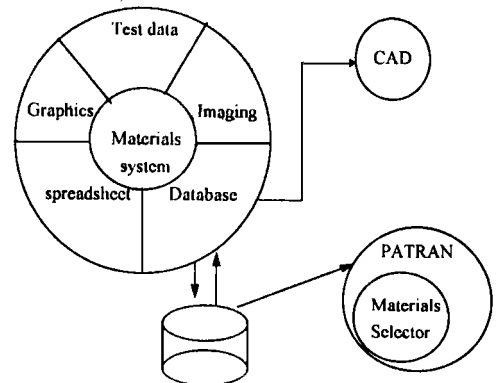


Fig. 4 Relation of material system and CAD/CAE

3、不断更新的能力,软件生产者通过与材料生产者保持经常的联系,不断获得新的信息以便对材料库进行更新。

4、单位转换方便,可根据用户的需要自动进行单位制的转换。

5、为实现工程分析中材料的优化选择创造了条件,将材料或其某种属性作为设计变量,利用工程分析中的优化模块,可以实现材料选择的优化。

5 材料选择的方法和实例

P3/Material Selector 是工程分析软件 PATRAN 的材料选择模块,它以材料软件系统 M/VISION 的材料库为基础,具有材料的选择、浏览和直接将材料数据赋给工程分析模型的功能,利用它可以快速、准确地为工程分析提供最新的、可靠的数据。选择材料首先从选择材料库开始,不同的材料库包含不同类型的材料, M/VISION 的材料库包含标准的金属材料库(MIL-HDBK-5),复合材料库(MIL-HDBK-17),高级复合材料库(PMC90),此外还有塑料、陶瓷等材料库材料库选择之后,则进入材料选择方式,材料选择过程见图 5

材料的属性数据主要分为字符型,如材料名称;数值型,如材料的弹性模量;曲线型,如材料的应力-应变曲线等三类,在选择材料时可以采用算术和逻辑运算符结合三种数据类型形成搜索表达式以缩小材料的范围和加快选择速度,对于曲线型的属性则可以将曲线绘出以决定材料是否满足要求。

实例:某车门面板材料,由于采用注塑成型,要求抵抗 250 度高温以满足工艺要求,同时要求低的线膨胀系数以保持尺寸温定性。根据要求,首先以‘汽车’面板’等关键字做为材料的特征属性在塑料材料库中进行搜索,将材料范围从一万多种缩小为数百种,之后以关系表达式‘变形温度> 250 度’和‘线胀系数< 4.5E-5’为条件进行搜索,将可行的材料范围缩小至 20 种,最后可从这 20 种材料中选出所需材料。

6 结 束 语

利用 PATRAN3 的 Materials selector 可以极大地缩短材料输入的时间,避免了以往手工输入所产生的错误,同时所选材料数据的准确性得到了保证,为了更好地利用 M/VISION 的材料库,应将 PATRAN 的 Materials selector 与其优化模块结合起来,实现材料选择的优化迭代过程。

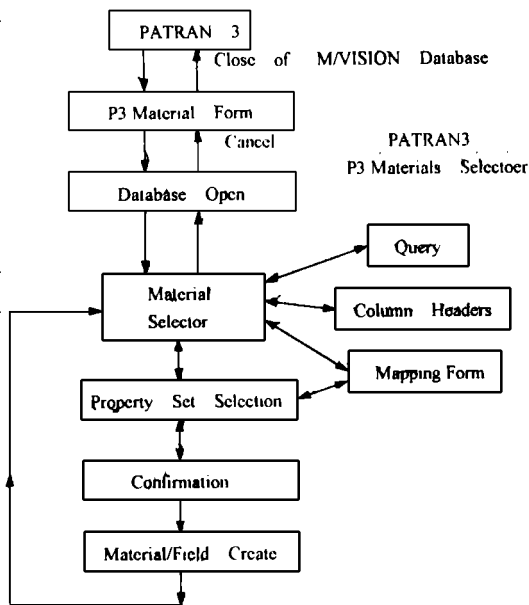


Fig. 5 Scheme of material selection

参 考 文 献

- 1 Marinaro Douglas. How to Pick the Best Materials. Design News , 1991, (5) : 53 ~ 54
- 2 PDA Patran3, Material Selector User Menu. U SA : MacNeal-Schw endler Corporation, 1995. 2 ~ 3

Material's Selection in CAE

NIU Xiao-Ming

(*Changchun Institute of Optics Fine Mechanics,*
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

This paper describes the method of material's selection in the process of CAE , introduces the integrated materials software system M/VISION , with the combination of M/VI-SION and PATRAN 3 . We can perform the automation of materials selection in CAE.

Key words: Material, Database

牛晓明 男, 1968 年生, 1990 年毕业于北京理工大学, 1995 年毕业于长春光机所研究生部, 现主要从事光学仪器 CAD/CAE 工作。