



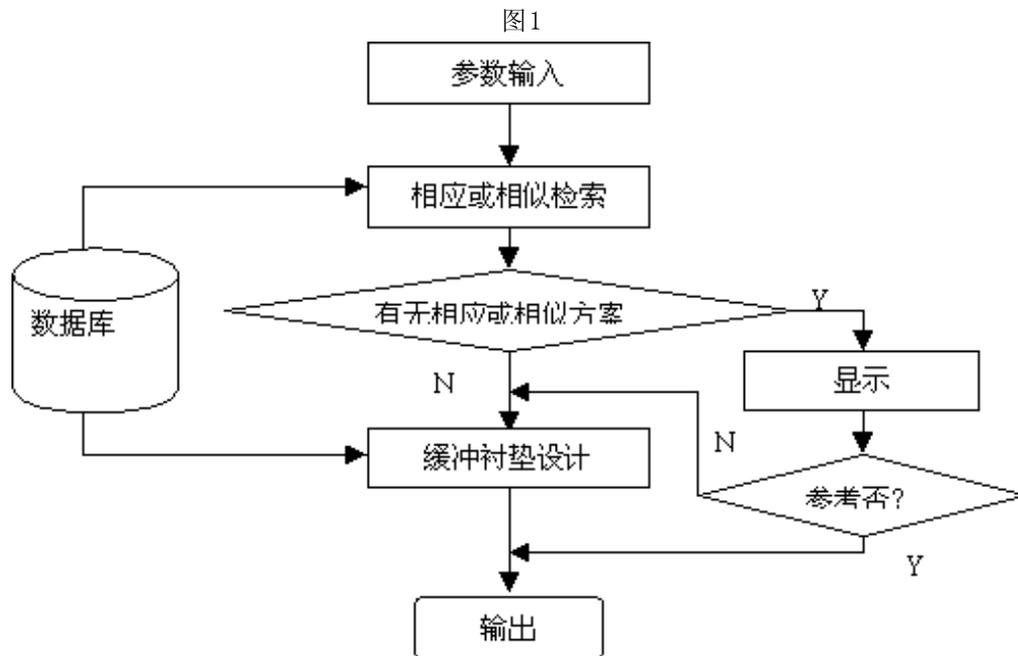
### 采用最大加速度—静应力曲线的缓冲包装CAD

西安理工大学印刷包装工程学院 王保升

**摘要：**本文从缓冲包装设计的流程出发，系统的提出了缓冲包装CAD软件开发应该注意的问题，重点讨论了如何使开发的软件利于用户的操作、调整和修改，并且对一些难于处理的环节给出了解决方法，为缓冲包装CAD软件的开发提供了一条可行的思路。

**关键词：**缓冲包装CAD 编码 曲线拟合

缓冲包装的设计是包装的保护功能的重要组成部分之一。但是，目前在产品的缓冲包装设计过程中，缓冲材料的选择和尺寸的计算方面不仅要查很多图、表，而且需要花大量的时间进行计算、分析、比较，其设计过程非常繁琐、计算量相当大。如果用计算机处理这些复杂的计算，缓冲包装设计将会变得很简单。你只要将一些必须的参数作为已知条件输入，计算机将会帮助你设计出缓冲衬垫的尺寸及材料。此模块应包括以下五部分：参数输入；相似缓冲包装方案检索；缓冲衬垫设计；结果输出部分；数据库的维护（图1所示）。



#### 1、参数的输入

缓冲包装程序的参数输入包括：产品的自身特性和流通条件。

1) 产品自身特性：产品的质量、产品的形状、产品尺寸（长、宽、高或高、直径）、产品脆值。若有临界元件，则应输入临界元件的脆值、固有频率和阻尼系数。

2) 流通条件：主要包括运输方式（公路、铁路、水路、航空运输以及组合方式）和装卸方式（人工装卸、机械装卸以及组合装卸方式）。

#### 2、相似缓冲包装方案检索

相似缓冲包装方案检索部分的主要功能是根据用户输入的有关条件,在缓冲包装方案参数表和缓冲包装方案表中检索出与条件相似或相应的缓冲包装设计参数表以便防止进行重复设计,从而节省设计时间。

相似缓冲包装方案的检索的总体的思路:根据输入的参数,按一定的方式进行编码,求得其组合码。利用DAO数据库技术对“包装设计数据库”中的“缓冲包装设计参数表”进行访问,并查询出组合码与输入参数组合码相同或相近的记录,根据该记录的主键去访问“缓冲包装设计方案表”。其中参数表的形式如表1,方案表如表2。

表1

ID	方案编码	产品名称	产品重量	产品脆值	产品长	产品宽	产品高
产品直径	运输方式	装卸方式	有无临界元件	产品许用脆值	元件固有频率	阻尼系数	

表2

ID	方案编码	产品名称	衬垫材料	衬垫密度	衬垫结构	缓冲方法	衬垫厚度	衬垫有效面积
----	------	------	------	------	------	------	------	--------

对用户输入的条件根据上述按一定的规则进行编码,将输入条件组合码和缓冲包装设计参数表中的某条纪录编码进行对比。其判断公式为:

条件特征方差公式(式1):

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_i x_i - \bar{x})^2 \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i x_i$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_i y_i - \bar{y})^2 \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i y_i$$

输入条件和特征相关系数的计算公式(式2)

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{N} \frac{|(a_i x_i - \bar{x})(a_i y_i - \bar{y})|}{\sigma_x \sigma_y}$$

其中 $X_i$ 为输入条件第 $i$ 项的数字编码; $Y_i$ 为参数表中与 $X_i$ 对应的项的数字编码; $N$ 为编码项数; $a_i$ 为各特征的权重。

式中 $\sigma_{xy}$ 的取值为0到1之间。 $\sigma_{xy}$ 的值越大说明输入的产品的特性与该纪录所纪录的产品越相近,一般 $\sigma_{xy} > 0.95$ 就可以认为有相应或相似缓冲包装方案。

### 3、缓冲衬垫设计

这一部分是核心部分,主要是根据输入的设计条件,利用价值最小和优化设计原理等设计理论,计算机自动筛选出符合条件的局部缓冲衬垫材料并计算出使用厚度、面积等设计参数,同时对设计的衬垫进行各种性能校核。有关利用最大加速度—静应力曲线的算法和校核在一些教材上讲解的已经很清楚,在此就不做讨论。主要说明以下几点:

#### (1) 等效跌落高度的确定

装卸方式分为人工装卸和机械装卸,但不论那种装卸方式都可能因为人为偶发因素使包装件自由跌落。据测定,人工装卸中的跌落高度可用经验公式4计算,适用于16kg以上的包装件(式3):  $h = 300 / \sqrt{W}$

式中  $W$ ——包装件重量(kg)  $h$ ——跌落高度(cm)

另外，装卸中的等效跌落高度也可以通过表3所示查出。

表3

货物		装卸方式	跌落参数	
重量, Kg	尺寸, cm		姿态	高度, cm
9	122	一人抛掷	一端面或一角	107
9~23	91	一人搬运	一端面或一角	91
23~45	122	二人搬运	一端面或一角	61
45~68	152	二人搬运	一端面或一角	53
68~90	152	二人搬运	一端面或一角	46
90~272	183	机械搬运	底面	61
272~1360	不限	机械搬运	底面	46
>1360	不限	机械搬运	底面	30

### (2) 最大加速度—静应力曲线数据处理

在计算机辅助设计中无法根据曲线来进行设计，所以将曲线函数化。根据最大加速度—静应力曲线的特点，可以近似采用最小二乘法将曲线拟合成二次曲线，其函数表示为（式4）： $G_m = a_1\sigma_s^2 + a_2\sigma_s + a_3$

以便根据应力计算出最大加速度。其它曲线也可以用类似的方法处理。

### (3) 结果的调整

利用上述原则设计出的方案未必都能使用户非常满意，这就需要开发的软件要方便用户修改，主要考虑以下几方面：①局部与全面的切换。对某些产品可能采用全面缓冲更合理一些，所以要方便用户在局部缓冲与全面缓冲之间的变换。②衬垫材料的重新选择，当用户没有计算机辅助设计出的材料时，以使用现有的材料进行设计。③厚度的调整，当设计出的衬垫面积偏小时或偏大时，以便通过改变厚度来调整面积。此厚度的调整必须在具有特征曲线的厚度之间进行调整，也就是说厚度不是随意输入而是在给出的厚度中选择。

## 4、输出结果

输出应该包括输入的参数（产品的本身特性、装卸方式、运输方式）、衬垫材料、材料密度、缓冲包装方法（局部缓冲和全面缓冲）、衬垫的结构（角垫、平垫、棱垫或其它衬垫结构）、衬垫厚度、衬垫的有效面积等。为了方便用户修改和调整输出的格式，最好将结果在word中输出。如果采用vc来开发此软件，你需要将office 软件中的msword.l db文件所包含的一些类添加到你的工程中，然后再编写导入到word 中的程序代码就能完成以word文档输出的功能。当然还有其它的处理方法，在此就不多介绍。

## 5、数据库的维护

随着包装技术的发展和新的缓冲包装材料的出现，软件也要不断的修改，如果数据库的维护模块开发的合理，我们就无需改动程序的代码，只需要将新材料的一些特性添加到数据库中。这样既方便了用户的使用，也延长了软件的生存期限。

一个成功的软件必须方便用户的操作，缓冲包装辅助设计软件当然也不例外，所以上面提到的一些方面在这类软件开发的过程中是必须要考虑的。可能除了上述的要求外，还要考虑其它的一些因素，如果上面提到的问题在软件都能成功解决，可以说软件是基本成功的。

[1] 彭国勋等. 运输包装. 印刷工业出版社, 1999年9月

[2] 王德忠等. 包装计算机辅助设计. 印刷工业出版社, 1999年9月

[3] 缓冲包装设计手册. 国防科学技术工业委员会批准, 1997年5月。

[4] 张力等. Vc++高级编程. 人民邮电出版社, 2002年3月

中国包装杂志社 版权所有

地址: 北京市东城区东黄城根北街甲20号 邮编: 100010

电话: (010)64036046 64057024 传真: (010)64036046

E-mail: [zazhi@chi anpack.org.cn](mailto:zazhi@chi anpack.org.cn) [zazhi@cpta.org.cn](mailto:zazhi@cpta.org.cn)