

胶料中炭黑分散性的模糊判别法

王明兰

(华南师范大学 数学系, 广东 广州 510631)

摘要: 依据模糊模式识别提出了对胶料中炭黑分散性进行判别的模糊判别法。用计算机对胶料的彩色图像进行处理, 成为显示炭黑粒子在胶料中分布情况的黑白图像, 取得合理表征炭黑粒子分散性的数量指标; 对指标进行标准化后构造模糊集; 获得贴近度函数后比较大小, 从而判定出待测胶料的炭黑分散度等级。

关键词: 胶料; 炭黑分散性; 模式识别; 模糊判别法

中图分类号: T Q330. 38⁺1 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2001)05-0302-04

模糊数学是一门新兴学科, 该学科发展迅速, 已被应用于国民经济和科学技术各个领域。鉴定胶料中炭黑分散性, 实质上是对胶料中炭黑团块的大小和多少进行分类。当胶料中出现较大未分散炭黑团块且数量较多时, 分散度等级显著降低, 而分散度等级较高的胶料, 未分散炭黑团块较小且数量少。在胶料中炭黑团块的大、小和多、少之间没有明确的界线, 即存在着不分明现象, 具有不确定性, 从差异的一方到另一方, 经历了从量变到质变的连续过程。因此, 炭黑分散性可利用模糊现象的定量处理方法——模糊判别法来研究。本工作依据模糊模式提出了胶料中炭黑分散性判别的模糊判别法。

1 模糊数学理论^[1]介绍

(1) 设在论域 u 上给定一个映射 A :

$$u \longrightarrow [0, 1] \quad u \longrightarrow A(u)$$

则称 A 为 u 上的模糊 (Fuzzy) 集, $A(u)$ 为 A 的隶属函数 (或称为 u 对 A 的隶属度)。若 $A(u)=0$, 则称 A 为空集 $\varnothing$; 若 $A(u)=1$, 则称 A 为全集 u 。在给定的论域 u 上可以有多个模糊集, 设 u 上模糊集的全体为 $F(u)$, 即

$$F(u) = \{ A / A: u \longrightarrow [0, 1] \}$$

贴近度是对两个模糊集接近程度的一种度量。

(2) 设 $A, B, C \in F(u)$, 若映射 N :
 $F(u) \times F(u) \longrightarrow [0, 1]$ 满足条件:

- ① $N(A, B) = N(B, A)$;
- ② $N(A, A) = 1, N(u, \varnothing) = 0$;
- ③ 若 $A \subseteq B \subseteq C$, 则 $N(A, C) \leq N(A, B) \wedge N(B, C)$ 。

则称 $N(A, B)$ 为 F 集 A 与 B 的贴近度, N 称为 $F(u)$ 上的贴近度函数。

(3) 常用的贴近度类型之一为海明贴近度, 其计算公式如下:

若 $u = \{ u_1, u_2, \dots, u_n \}$, 则:

$$N(A, B) = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |A(u_i) - B(u_i)|$$

2 模糊模式识别原则^[2]

模糊模式识别有两种方式: 一种是直接方式, 按“最大隶属原则”归类; 另一种是间接方式, 按“择近原则”归类。本工作选用“择近原则”。其模式如下:

设 $A_i, B \in F(u), i = 1, 2, \dots, n$

若存在 i , 使

$$N(A_i, B) = \max \{ N(A_1, B), N(A_2, B), \dots, N(A_i, B) \}$$

则认为 B 与 A_i 最贴近, 即判别 B 与 A_i 为一类。

3 表征胶料中炭黑分散性的指标

为了使炭黑分散度等级判定更为合理, 选

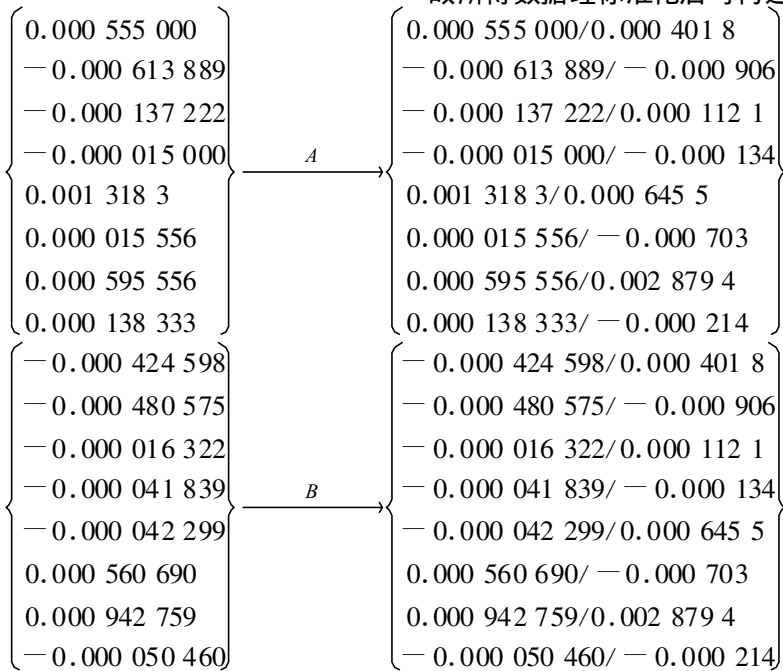
基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(99044)

作者简介: 王明兰(1962-) 女, 河南南阳人, 华南师范大学讲师, 硕士, 从事数理统计与经济信息管理方面的教学工作。

取的指标必须能够正确反映未分散炭黑团块的大小和数量。以像素点为单位意味着将炭黑团块分割成一个个等量的小颗粒, 较为精确。因此确定以像素点为单位计算不同级别的胶料照片的炭黑团块面积。着重考虑以下两类共 8 个指标的分析数据:

- x_1 ——图片中面积介于 10 ~ 30 个像素点的炭黑团块的面积之和;
- x_2 ——图片中面积介于 30 ~ 80 个像素点的炭黑团块的面积之和;
- x_3 ——图片中面积介于 80 ~ 130 个像素点的炭黑团块的面积之和;
- x_4 ——图片中面积大于 130 个像素点的炭黑团块的面积之和;
- x_5 ——图片中面积介于 10 ~ 30 个像素点的炭黑团块的个数;
- x_6 ——图片中面积介于 30 ~ 80 个像素点的炭黑团块的个数;
- x_7 ——图片中面积介于 80 ~ 130 个像素点的炭黑团块的个数;
- x_8 ——图片中面积大于 130 个像素点的炭黑团块的个数。

为了方便数据处理, 将以上 8 个指标值同时除以 1 000。



4 胶料中炭黑分散性的模糊判别法

首先将待定级胶料的彩色照片扫描成彩色图形文件, 对彩色图像进行灰度化和黑白化处理后^[3], 计算 8 个指标值^[4]。在将其代入模糊数学模型进行分类之前, 需要进行变换, 对指标值 x_i 进行标准化。

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S}$$

式中 $\bar{x}$ ——指标平均值;
 S ——标准偏差;
 z_i ——标准化后的指标值。

考察 $z_i (i=1, 2, \dots, 8)$ 的简单统计量, 对于炭黑分散性的 1 ~ 10 级, 分为 10 个总体, 求出其样本均值。

4.1 构造模糊集

总体的样本之值和 $\bar{x}$ 如下:

$$\begin{pmatrix} 0.000\ 401\ 8 \\ -0.000\ 906 \\ 0.000\ 112\ 1 \\ -0.000\ 134 \\ 0.000\ 645\ 5 \\ -0.000\ 703 \\ 0.002\ 879\ 4 \\ -0.000\ 214 \end{pmatrix}$$

故所得数据经标准化后可构造映射如下:

$$\begin{Bmatrix} 0.000\ 670\ 758 \\ -0.000\ 068\ 030 \\ 0.000\ 349\ 242 \\ -0.000\ 043\ 030 \\ 0.000\ 418\ 333 \\ -0.001\ 240\ 3 \\ -0.000\ 164\ 545 \\ -0.000\ 279\ 848 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} -0.000\ 399\ 375 \\ 0.000\ 255\ 625 \\ -0.000\ 083\ 125 \\ -0.000\ 033\ 750 \\ -0.000\ 033\ 750 \\ -0.000\ 039\ 375 \\ 0.001\ 505\ 6 \\ -0.000\ 021\ 875 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \\ z_6 \\ z_7 \\ z_8 \end{Bmatrix}$$

$$\xrightarrow{C}$$

$$\xrightarrow{D}$$

$$\xrightarrow{Z}$$

$$\begin{Bmatrix} 0.000\ 670\ 758/0.000\ 401\ 8 \\ -0.000\ 068\ 030/-0.000\ 906 \\ 0.000\ 349\ 242/0.000\ 112\ 1 \\ -0.000\ 043\ 030/-0.000\ 134 \\ 0.000\ 418\ 333/0.000\ 645\ 5 \\ -0.001\ 240\ 3/-0.000\ 703 \\ -0.000\ 164\ 545/0.002\ 879\ 4 \\ -0.000\ 279\ 848/-0.000\ 214 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} -0.000\ 399\ 375/0.000\ 401\ 8 \\ 0.000\ 255\ 625/-0.000\ 906 \\ -0.000\ 083\ 125/0.000\ 112\ 1 \\ -0.000\ 033\ 750/-0.000\ 134 \\ -0.000\ 033\ 750/0.000\ 645\ 5 \\ -0.000\ 039\ 375/-0.000\ 703 \\ 0.001\ 505\ 6/0.002\ 879\ 4 \\ -0.000\ 021\ 875/-0.000\ 214 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} z_1/0.000\ 401\ 8 \\ z_2/-0.000\ 906 \\ z_3/0.000\ 112\ 1 \\ z_4/-0.000\ 134 \\ z_5/0.000\ 645\ 5 \\ z_6/-0.000\ 703 \\ z_7/0.002\ 879\ 4 \\ z_8/-0.000\ 214 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} &|0.000\ 083\ 125\ 0-z_3|/0.000\ 112\ 1+ \\ &|-0.000\ 034-z_4|/0.000\ 134+ \\ &|-0.001\ 049-z_5|/0.000\ 645\ 5+ \\ &|-0.000\ 039\ 375-z_6|/0.000\ 703+ \\ &|0.001\ 505\ 600-z_7|/0.002\ 879\ 4+ \\ &|-0.000\ 021\ 875-z_8|/0.000\ 214) \end{aligned}$$

$N_1, N_2, N_4, N_5, N_7, N_8, N_9$ 和 N_{10} 可相仿获得。

4.2 海明贴近度公式

经以上处理获得海明贴近度函数如下:

$$N_3 = N(A, z) =$$

$$\begin{aligned} &1 - \frac{1}{8} (|0.000\ 555 - z_1|/0.000\ 401\ 8 + \\ &|-0.000\ 613\ 889 - z_2|/0.000\ 906 + \\ &|-0.000\ 137\ 222 - z_3|/0.000\ 112\ 1 + \\ &|-0.000\ 015 - z_4|/0.000\ 134 + \\ &|0.001\ 318\ 3 - z_5|/0.000\ 645\ 5 + \\ &|0.000\ 015\ 556 - z_6|/0.000\ 703 + \\ &|0.000\ 595\ 556 - z_7|/0.002\ 879\ 4 + \\ &|0.000\ 138\ 333 - z_8|/0.000\ 214) \end{aligned}$$

$$N_6 = N(D, z) = 1 -$$

$$\begin{aligned} &\frac{1}{8} (|-0.000\ 399 - z_1|/0.000\ 401\ 8 + \\ &|0.000\ 255\ 625\ 0 - z_2|/0.000\ 906 + \end{aligned}$$

4.3 模糊模式判定

应用“择近原则”进行模糊模式判定。对于每一组的 8 个指标值 ($z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7, z_8$), 比较 $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, N_7, N_8, N_9, N_{10}$ 的大小, 取 $\max\{N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, N_7, N_8, N_9, N_{10}\} = N_k (1 \leq k \leq 10)$, 则判定该图片属 k 级。

5 结论

综上所述, 一张待定级胶料的彩色照片, 扫描成彩色图形文件后, 经过以下 4 步就可判定其炭黑分散度等级: ①图形处理(灰度化, 黑白化); ②计算 8 个指标值, 标准化后记作 $z_1, z_2, \dots, z_8$; ③构造模糊集, 代入海明贴近度公式, 获得贴近度函数 $N_1, N_2, \dots, N_{10}$; ④比较 $N_1 \sim N_{10}$ 的大小, 取其最大值 N_k , 则判定该图片炭

黑分散度等级属 k 级。整个判定过程设计成软件,全部由计算机完成。

参考文献:

[1] 杨伦标,高英仪.模糊数学原理及应用[M].广州:华南理工大学出版社,1993.12-90.

[2] 汪培庄,韩立岩.应用模糊数学[M].北京:北京经济学院出版社,1989.82-143.

[3] 赵胜利. Visual Basic 3.0 for Windows 编程实用手册[M].北京:人民邮电出版社,1997.64-137.

[4] 王明兰.胶料中炭黑分散性的 Fisher 判别法[J].橡胶工业,2000,47(9):551-554.

收稿日期:2000-11-27

Fuzzy discriminating method for dispersity of carbon black in rubber compound

WANG Ming-lan

(South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: A fuzzy discriminating method for the dispersity of carbon black in rubber compound has been provided based on the fuzzy model identification. The color image of rubber compound is processed by computer to obtain a black and white image showing the distribution of carbon black particles in rubber compound and a reasonable digital criterion for characterizing the dispersity of carbon black particles; the criterion is then standarized to make a fuzzy collection, from which the approach functions are obtained; and the dispersity grade of carbon black in tested rubber compound is determined by comparing the said functions.

Keywords: rubber compound; carbon black; dispersity; model identification; fuzzy discriminating method

吉林石化公司研究院中羟硅油
新工艺开发成功

中图分类号: TQ330.38⁺7 文献标识码: D

一项具有国内先进水平的科研成果——中羟硅油新工艺日前在吉林石化公司研究院开发成功,并正式通过专家鉴定。

中羟硅油是硅橡胶必不可少的优良结构化控制剂。它可改善橡胶的加工性能,可用作结构化控制剂、消泡剂的改进剂、绝缘粉末的处理剂、防粘处理剂等。由于中羟硅油的独特性能,其市场前景十分广阔。专家认为,吉林石化公司研究院开发的以环体为原料的中羟硅油新生产工艺技术先进、原料易得,产品成本低、收率高、生产周期短。其技术资料齐全,数据可靠。新工艺生产的产品技术指标及贮存稳定性均优于国内同类产品,建议尽快实现产业化。

(吉林石化公司 张晓君供稿)

汽车用精密橡胶密封件项目
通过国家验收

中图分类号: TQ336.4⁺2 文献标识码: D

由中橡集团西北橡胶塑料研究设计院承担的“863”计划项目——“汽车用精密橡胶密封件的研制与开发”经过3年的研制与试验,终于获得成功,并在北京通过了国家级项目验收。

该项目是橡胶制品行业列入新材料领域的国家“九五”重点课题,包括了汽车制动系统、减震系统和发动系统三大关键系列橡胶密封件,填补了国内不能生产高档汽车关键橡胶密封件的空白,达到国际先进水平,完全符合国际标准。该项目的完成既为高档汽车关键橡胶密封件的国产化创造了条件,又将促进我国橡胶制品行业向高水平发展。

(中橡集团西北橡胶塑料研究设计院 崔宝源 供稿)