

化工产品计算机测色配色*

黄健榕

(华侨大学化工与生化工程系, 泉州 362011)

摘要 介绍化工产品应用 SRICI 计算机进行测色和配工作, 并利用 Kubelka-Munk 方程式对光吸收系数 K 和光散射系数 S 进行求解. 通过计算机配色提出色差控制范围及存在问题.

关键词 测色, 配色, 化工产品, 计算机

分类号 TS 193.13

橡胶, 塑料, 纸张, 涂料及织物的着色, 随着社会需求的不断增长, 愈来愈受到人们的瞩目. 依靠经验来配色面临着许多问题, 如色泽较难控制, 配色次数多, 同色异谱现象无法求取等. 目前国内已有许多工业领域利用电脑配色, 尤其正在兴起的乡镇企业更需这方面技术. 为此, 本文介绍了橡胶及塑料的计算机配色.

1 色差计的测色原理

1931年 CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) 国际照明委员会经过大量的科学实验, 规定标准观察者的光谱三刺激值(指明度, 色调和饱和度), 使颜色做到量值化, 也就是可以用数字来表示颜色. 颜色科学的发展可以定量计算光对眼睛的刺激传到大脑后的感觉, 是人类诸感觉中目前能唯一用数学表达出来的. 计算机配色是通过分光光度计测量样品得到的, 适当选取三种颜色光进行混合即可得到任意一种颜色, 所选的三色光的数量即为三刺激值, 并把三刺激值转换为坐标值即色品坐标. 色品坐标可制成平面彩色图称为色品图, 各种坐标值对应的颜色可从图上粗略得知. 色差计的颜色数据就是样品在可见光波长范围为 400~700 nm 的反射率, 待测样与标准样的反射率曲线相同, 则颜色相同, 若两者的颜色三刺激值相近或相似, 这种条件配色可能因色光改变而产生同色异谱现象. 配制各种样品的颜色就是确定着色剂的比例, 使标样与待测样的反射率曲线越接近越好, 也可使两者的颜色三刺激值近似或相近. 我们在橡胶及塑料制品中增加着色剂的浓度. 该基材所测出的反射率随即下降, 但不能由反射率曲线直接读出浓度, 因它们间不是简单的线性函数关系. 仪器配色运用了 Kubelka-Munk 方程式, 由此可找出反射率与着色剂浓度之间的关系. 可见光某波长 λ 下的 Kubelka-Munk (库贝尔卡-芒克) 公式为

$$\left(\frac{K}{S}\right)_\lambda = \frac{(1 - R_\lambda)^2}{2R_\lambda} = \frac{(K_0)_\lambda + C_1(K_1)_\lambda + C_2(K_2)_\lambda + \dots + C_n(K_n)_\lambda}{(S_0)_\lambda + C_1(S_1)_\lambda + C_2(S_2)_\lambda + \dots + C_n(S_n)_\lambda}$$

* 本文 1996-08-28 收到

式中 K 为波长为 λ 下的光吸收系数, S 为波长为 λ 下的光散射系数, R_λ 为波长为 λ 下的光反射系数, $(K_0)_\lambda, (S_0)_\lambda$ 为基材在波长 λ 下的光吸收系数和光散射系数, $(K_1)_\lambda$ 到 $(K_n)_\lambda$ 和 $(S_1)_\lambda$ 到 $(S_n)_\lambda$ 为各种着色剂在波长 λ 下单位浓度的光吸收和散射系数, C_1 到 C_n 分别为 n 种着色剂的单位浓度, $(K_0)_\lambda, (S_0)_\lambda, (K_1)_\lambda \sim (K_n)_\lambda, (S_1)_\lambda \sim (S_n)_\lambda$ 为已知值. 因此, 测出待测样品在可见光波长范围内(400~700 nm)各点的光反射率 R_λ , 可由上述关系求得 $(K/S)_\lambda$ 的比值. 然后, 将各点波长对应值代入上式, 可得一个多元方程组, 即可计算配方中各着色剂的浓度. 我们在测试时选用的是 CIE 1976 $L^* a^* b^*$ 及 DE^* 值, 它们与待测样品三刺激值 X, Y, Z 以及完全漫反射体的三刺激值 X_0, Y_0, Z_0 (该值仪器预先设定好) 的关系为 $L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16, a^* = 500(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}, b^* = 200(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}$, 式中 $Y/Y_0 > 0.01$. 按 $L^* a^* b^*$ 标定两色, 两色色差 DE^* , 可按 $DE^* = (DL^{*2} + Da^{*2} + Db^{*2})^{1/2}$ 公式计算. 其中 DL^*, Da^*, Db^* , 分别表示两色 $L^* a^* b^*$ 的差值; L^*, a^*, b^* 值的实际意义如图 1 所示. 异色谱同色指数 MI 值可用 $MI = 3DE_{65} + 2DE_\lambda + DE_t$ 计算, 以和其他色样相对比较同色异谱效应的大小.

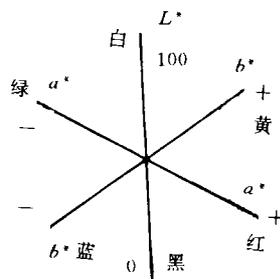


图 1 $L^* a^* b^*$ 的实际意义

2 应用实例

颜色为深兰色. 配方为丁苯橡胶 25 kg, 酞菁兰 0.0383 g, 大红 R 0.0356 g, 永固紫 0.0094 g, 酞白粉 20 g. 以上配方经二辊充分混合, 硫化机为 140 °C, 3 min 硫化, 得到待测样品. 而后压制成长 85 mm, 宽为 40 mm, 厚度分别 2, 5, 6 mm 的长方阶梯样品. 该样品经硫化后无明显收缩, 成型时的工艺条件稳定每批色料取样 24 个, 随机抽样 10 个进行测试. 样品反射率曲线为图 2 所示. K, S 值可由各种物料的 K, S 值得出, 例如:

WHITE ($w = 0.5$) 为: K 值 = 0.475, 0.173, 0.110, 0.079, 0.063, 0.050, 0.041, 0.033, 0.027, 0.023, 0.021, 0.019, 0.018, 0.017, 0.018, 0.015; S 值 = 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000.

其余均相同, 测试结果见附表.

附表 标准为绿兰-ST 及编号 44 的颜料配色^①

记录号	颜料名称	w	G/g		
1	WHITE ($w = 0.5$)	0.326	8.164		
7	BOO1(17+20+19)	0.442	11.066		
64	GOO1(108+111+110)	0.180	4.514		
108	YOO1(154+157+156)	0.051	1.281		
记录号	指数	DE	DL^*	Da^*	Db^*
1	D65	0.04	-0.01	-0.04	0.01
7	A	0.39	-0.01	0.38	-0.07
64	F	0.18	-0.08	0.14	-0.06
108	异谱同色指数		1.09		

① 树脂重量为 25.000 kg, 颜料用量为 25.025 g, 总投料比为 0.10%, 颜料价格为 49.64 元 · kg⁻¹. 从附表可以看出经修正后的配方, 其 DE, DL^*, Da^*, Db^* 均合要求, MI 也是在 1.09. 因此, 本配色已基本符合要求, 其反射率曲线可见虚线, 两者颇为符合.

橡胶色差范围的确定,国内尚无统一规定的标准,国外也无统一标准,美国 ASTM 也是规定分散状态的显微观察方法. 我们根据印染纺织,包装印刷及塑料行业的标准,提出橡胶的色差范围:(1) 制品色均匀度 $DE^* \leq 1.5$; (2) 不同批次制品色差 $DE^* \leq 2.5$.

3 结束语

本文对橡胶,塑料的电脑配色进行了实际大量的配色,说明 7000* 型 SRICI 计算机测色配色系统是完全可以可行的. 我们对颜料、塑料、橡胶、涂料、油漆、油墨、纺织、印刷行业的各种测色都进行探索,得其标准样品与待测样品的反射率曲线均进入相当吻合阶段,颇具有生命力,可以把产品转化为商品. 待测样品表面必须平整,粗糙度均匀,厚度均匀,其色差相差小,误差小. 基础试样的制作是电脑配色的关键,建立一套准确无误的基础数据是获得最佳配色效果的保证. 橡胶制品的色均匀度 $DE^* \leq 1.5$,不同批次的色均匀度 $DE^* \leq 2.5$,这是配色检验的尺度. 塑料制品的色均匀度 $DE^* \leq 1.5$,不同批次的色均匀度 $DE^* \leq 2.5$,这是符合实际的.

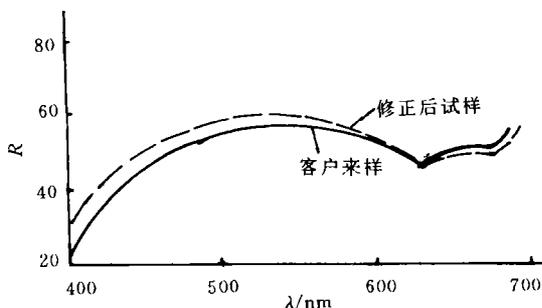


图 2 波长 λ 与反射率曲线

参 考 文 献

- 1 阿罕默德 M. 塑料着色理论与实践. 张兆渭译. 北京:轻工业出版社,1984. 56~89
- 2 束越新. 颜色光学基础理论. 济南:山东科技出版社,1981. 23~64
- 3 Allan E. Basic equations used in computer color matching. J. Opt. Soc. Am., 1966,56:91~123

Computerized Color Measuring and Color Matching for Chemical Products

Huang Jianrong

(Dept. of Chem. & Biochem. Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract Color measuring and color matching for such chemical products as plastics and rubber are conducted by applying SRICI computer. Light absorption coefficient K and light scattering coefficient S are solved by means of Kubelka-Munk equation. By way of computerized color matching, the control range of color difference and the problems to be solved are presented.

Keywords color measuring, color matching, chemical product, computer