

硫化体系选择的一种新评价方法

吴道虎 陈 宇

(哈尔滨理工大学东区 132[#] 信箱 150040)

李玉华

(湖北宜昌 550[#] 信箱 101 室 443003)

摘要 硫化体系可以看作是一输入输出系统,输入 x 为某一硫化剂或硫化助剂的用量,输出 y 为橡胶某一性能值,通过正交试验和正交分析得到的 x 对 y 的线性回归方程组, x_i 的系数 $a_i, b_i, c_i, \dots$ 均在 $\sqrt{3}/3 - \sqrt{3}$ 之间,选择的硫化体系才合理。

关键词 硫化体系,硫化体系稳定性,硫化体系灵敏度

一般而言,硫化体系的选择依据是:适合工艺要求的焦烧时间,适当的硫化速度和适合产品性能要求的硫化平坦期,而要达到这些要求,就必须合理地选择硫化体系中的硫化剂及硫化助剂的品种和用量。其选择的方法有多种,本文介绍一种以数学理论、自控原理为基础的较为综合的新型选择评价方法。

1 数学模型、理论^[1]与控制原理^[2,3]

在图 1 所示的输入输出系统中, x 为输入, y 为输出。对于橡胶配方而言,硫化体系也可看作是一个系统,其中 x 可以看作是某一硫化剂或硫化助剂的用量, y 看作是橡胶某一性能值,根据硫化体系的选择原则要求: x 若有一定的变化 (Δx), y 也应有一定的变化 (Δy) 与之相应。若 y 的变化 Δy 太大,表明硫化体系的作用太强,在实际生产中该体系常会因称量误差而致使硫化胶的某些性能有很大变化,即导致成品性能不稳定,这种状况是不可取的;若 y 的变化 Δy 太小,表明硫化体系的作用很弱,虽然硫化胶性能很稳定,但

硫化体系却没有起到应有的效果,且需要较大的用量,这是很不经济的。因此要求 x 变化时, y 应有一适度的变化与之相应。

对一配方的硫化体系, x_i 表示某一配合剂用量, y_i 表示橡胶某一性能值,通过正交试验和正交分析,可得一组线性回归方程:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_1 x_1 + b_1 x_2 + c_1 x_3 + \dots \\ y_2 &= a_2 x_1 + b_2 x_2 + c_2 x_3 + \dots \\ y_3 &= a_3 x_1 + b_3 x_2 + c_3 x_3 + \dots \quad (1) \\ &\vdots \\ y_i &= a_i x_1 + b_i x_2 + c_i x_3 + \dots \end{aligned}$$

要求:

(1)数值计算时,此方程组算法必须是稳定的,即当初始误差与舍入误差相当小时,由该算法所得的计算结果的误差也足够小。若非如此,则该算法是不稳定的,表明所选用的硫化体系不太合理,应重新选择。

(2)计算结果对初始数据的变化不应太敏感,即初始数据微小的变化,只会引起计算结果的微小变化,此状态为良态。反之,如果初始数据的微小变化能引起计算结果很大变化或几乎不变化,此状态为病态,则此硫化体系不宜选择。

若上述两个要求同时满足,则说明橡胶的性能不会因为某一种配合剂称量时所产生的微小变化而有很大的差异,这种硫化体系

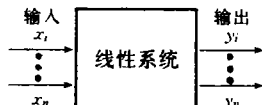


图1 系统的输入输出图

的选择就是合理的。

假如 $y = 28x_1 + 32x_2$ 为某一硫化体系的线性回归方程, 则取值变化情况如表 1 所示。从表 1 看出, 输入 x 有一微小变化(0.1 份),

输出 y 就有一很大变化(4.5% 或 5.1%), 在自动控制系统中, 这一输入输出线性方程为病态方程, 在系统稳定性中应摒弃此现象发生。

表 1 输入输出变化情况

x_1 , 份	x_2 , 份	y	Δx , 份	Δy	$\Delta y/y$, %	$\Delta y/\Delta x$, %
1.0	1.0	60	—	—	—	—
1.1	1.0	62.8	0.1	2.8	4.5	28
1.0	1.1	63.2	0.1	3.2	5.1	32

2 应用举例

在乙丙橡胶绝缘配方中, 选择过氧化二异丙苯 DCP(x_1) 为硫化剂, N, N'-间亚苯基双马来酰亚胺 HVA-2(x_2) 和三烯丙基三聚异氰酸酯 TAIC(x_3) 为硫化助剂, y_1 表示绝缘拉伸强度(MPa), y_2 表示绝缘电阻值($\times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$), y_3 表示热老化系数, 通过正交试验及正交分析得一组线性回归方程:

$$y_1 = 5.2 + 1.3x_1 + 0.9x_2 + 0.7x_3$$

$$y_2 = 9 + 1.1x_1 + 0.8x_2 + 0.6x_3 \quad (2)$$

$$y_3 = 3.4 + 0.9x_1 + 1.0x_2 + 0.7x_3$$

其取值变化情况见表 2—4。从表 2—4 可以看出, 某一种配合剂在称量时有 0.1 份的称量误差(实际的称量误差要小得多), 其性能变化最大不超过 1.4%, 说明该硫化体系比较稳定。从实际生产上考查^[4,5], 该硫化体系也是合理的。

表 2 输入输出变化情况

x_1 , 份	x_2 , 份	x_3 , 份	y_1	y_2	y_3
2.5	1.0	1.0	10.05	13.15	7.35
2.6	1.0	1.0	y_1^1 10.18	y_2^1 13.26	y_3^1 7.44
2.5	1.1	1.0	y_1^2 10.14	y_2^2 13.23	y_3^2 7.45
2.5	1.0	1.1	y_1^3 10.12	y_2^3 13.21	y_3^3 7.42

表 3 输出 y 的相对变化率 %

$\Delta y/y$	y_1	y_2	y_3
$(y_1^1 - y_1)/y_1$	1.29	0.84	1.22
$(y_1^2 - y_1)/y_1$	0.89	0.01	1.36
$(y_1^3 - y_1)/y_1$	0.68	0.46	0.95

表 4 输出 y 对于输入 x 的相对变化率 %

$\Delta y/\Delta x$	Δy_1	Δy_2	Δy_3
$(y_1^1 - y_1)/\Delta x_1$	1.3	1.1	0.9
$(y_1^2 - y_1)/\Delta x_2$	0.9	0.8	1.0
$(y_1^3 - y_1)/\Delta x_3$	0.7	0.6	0.7

3 实际评价

上面已讨论了运用数学理论、自动控制

原理如何选择较为合理的硫化体系的方法。但是在实践中, 到底如何评判呢?

图 2 为橡胶某一性能值与某一配合剂用量之间的线性回归方程图解, α 为直线的倾角。若 $\text{tg}\alpha$ 很小, 即在 I 区, 表明输入 x_i 有一定变化时, y_i 的变化很缓慢, 对硫化体系而言, 其作用较弱; 若 $\text{tg}\alpha$ 很大, 即在 III 区, 表明输入 x_i 有一定变化时, y_i 的变化很快, 对硫化体系而言, 其作用较强, 在实际生产中会导致加工工艺很难控制, 且对硫化胶的性能有较大影响。经过无数次的试验及分析, 我们推荐 $\text{tg}\alpha$ 为 $\sqrt{3}/3 - \sqrt{3}$, 即 α 为 $30^\circ - 60^\circ$ 较为合适(图 2 中 II 区)。从线性回归方程组(1)考察, 即要求 x_i 系数的 $a, b, c, \dots$ 之值在 $\sqrt{3}/3$

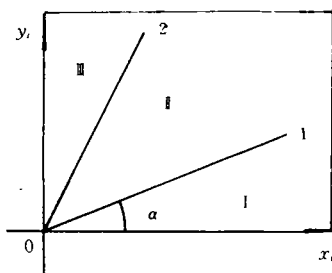


图2 线性回归方程图解

$-\sqrt{3}$ 之间, 即 $(a_i, b_i, c_i, \dots) \in (0.57 \quad 1.8)$, 这一点从线性回归方程组(2)也得到了证实: x_i 的系数均在此范围内, 橡胶性能较为稳定, 称量误差引起的性能差异也很小, 并且工艺也易于控制。

当然, 在配方中有些特殊问题需要特殊处理, 不能一概而论。

'95 中国橡胶技术讨论会 在桂林召开

由中国化工学会橡胶专业委员会和化工部技术经济委员会橡塑专业组联合举办的“'95中国橡胶技术讨论会”于1995年9月19—22日在桂林召开。这次会议入选论文69篇, 会议代表120多人。

这次技术讨论会是'92北京国际橡胶会议以来, 参加人数比较多、学术层次比较高的一次综合性学术报告会。学术报告既有基础理论研究, 也有材料开发和应用的新成果。轮胎配方、工艺和结构设计方面的论文占有一定比例。橡胶助剂, 特别是橡胶加工助剂的开发和应用, 仍然是交流的热点。会上还就异戊橡胶开发可行性和合成橡胶需求及合理比例两个课题进行了专题讨论。会议闭幕时, 橡胶专业委员会主任委员、中联橡胶总公司副总经理鞠洪振, 还就橡胶行业的形势, 特别是子午线轮胎的发展, 作了专题发言。

这次技术讨论会上, 荷兰阿克苏公司介绍了芳纶在轮胎中的应用前景, 台湾南帝化

致谢 哈尔滨电气工程学院电缆教室的韩中洗教授对本工作给予了很大的帮助, 在此表示感谢!

参考文献

- 1 吴海容等. 工程矩阵分析. 哈尔滨: 黑龙江科学出版社, 1994: 117—121
- 2 夏德铃. 自动控制理论. 北京: 机械工业出版社, 1990: 5—26
- 3 郑大钟. 线性系统理论. 北京: 清华大学出版社, 1990: 1—75
- 4 吴道虎, 李玉华. Nordel 1040 乙丙橡胶在电缆上的应用与研究. 橡胶工业, 1994; 41(1): 31—34
- 5 Fu Jia. Innovation in flame and heat resistant EPDM formulation. Rubb. Chem. Technol., 1983; 56(5): 1021—1037

收稿日期 1995-03-20

工公司介绍了丁腈橡胶等的应用, 美国耀星公司、青岛昂记公司作了橡胶加工助剂方面的应用介绍。国内一些原材料、机械公司和生产厂作了产品介绍。

(橡胶专业委员会秘书处供稿)

中国化工学会橡胶专业委员会举行 四届二次(扩大)会议

在'95中国橡胶技术讨论会期间, 召开了“中国化工学会橡胶专业委员会四届二次(扩大)会议”。出席会议的代表共26人。会议由主任委员华南理工大学教授贾德民主持, 主任委员北京橡胶工业研究设计院总工程师吕百龄作了题为“适应新形势、开拓新局面”的工作报告。报告简要回顾了兴城换届两年来的工作, 并就开展国内外学术交流等问题简述了意见。出席会议的委员就每年集中力量召开一次全国性的橡胶技术讨论会取得一致的意见。

(橡胶专业委员会秘书处供稿)