

混炼胶门尼粘度的预测与控制

朱孔阳 方之峻 魏向阳

[上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司载重轮胎厂 200245]

摘要 使用 MGKJ 型密炼机混炼微机监控系统,在 BB270 型密炼机上预测混炼胶的门尼粘度值,实现了胎面胶门尼粘度值的预测。预测值与实测值的差平均为 0.8(相对误差 1%)。借助预测门尼粘度的数学模型,对排胶点进行控制,使混炼胶门尼粘度的波动范围为 $-3 \sim +3$ 。

关键词 混炼胶,门尼粘度,预测,微机监控,密炼机

目前,全自动控制的密炼机在混炼过程中一般采用温度、时间或能量为控制参数,在混炼结束时,无法预先知道该批混炼胶的粘度,只有待快检结果出来后才能知道胶料粘度是否合格。至于控制在要求的粘度范围内结束混炼更无从谈起。我们应用瞬时功率控制法^[1],用 MGKJ 型密炼机混炼微机监控系统^[2],在 BB270 型密炼机上对胎面胶混炼过程的门尼粘度进行了预测与控制的研究,现介绍如下。

1 实验

密炼机为 BB270 型,转速 $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。使用华南理工大学研制的 MGKJ 型密炼机混炼微机监控系统。混炼工艺为三段混炼,采用时间控制。

试验胎面胶的主要组分为:NR 70;BR 30;炭黑 N220 50。

门尼粘度检测按 GB/T 1232—92《未硫化橡胶门尼粘度测定》进行。

2 结果与讨论

2.1 预测数学模型的建立

根据流变理论^[1],密炼机转子轴功率 P 与密炼室物料粘度 μ 有如下关系:

$$P = TN = \frac{\pi N^2 A}{2} \cdot \mu$$

式中, T 为转子轴的转矩, N 为转子转速, A 为与密炼机几何尺寸有关的常数。对特定的密炼机,一定转速下 $\pi N^2 A$ 为常数,上式中功率 P 与粘度 μ 成正比,因此某一种胶料在某台密炼机上混炼时,只要建立功率 P 与粘度 μ 的数学模型,即可根据排料时的瞬时功率通过数学模型对混炼胶的粘度进行预测。

具体的实施方法是使用 MGKJ 密炼机混炼微机监控系统监测胎面胶混炼过程 40 车,并测定该 40 车混炼胶的门尼粘度,然后将这 40 车的门尼粘度值输入该系统,即可建立预测混炼胶门尼粘度值的数学模型。以后只要用该系统监测此种胶料的混炼过程,即可在混炼结束时给出胶料的预测门尼粘度值^[3]。

2.2 预测值与实测值的比较

在控制胎面胶粘度的数学模型建立后,为了对预测值与实测值进行比较,对该胎面胶的混炼监控 50 车,混炼结束时记录其门尼粘度预测值,并取样检测实际门尼粘度,预测值与实测值的对比见表 1。

从表 1 数据看出,预测值与实测值差值在 1 个门尼值以内的有 34 车,在 1~2 个门尼值之间的有 13 车,另外 3 车差值分别为 2.0, 2.9 和 4.6。差值的平均值为 0.8,也就是说,差值在 1 个门尼值左右。个别差值达 4.6 的情况待后分析。

作者简介 朱孔阳,男,37 岁。副主任,工程师。高分子化工专业本科毕业。参加研制的 12.00R24 全钢载重子午线轮胎获得优秀新产品成果奖。已发表论文 2 篇。

表 1 胎面胶门尼粘度预测值与实测值比较

编号	实测值	预测值	误差	编号	实测值	预测值	误差	编号	实测值	预测值	误差
1	74.2	76.22	2.0	18	67.5	66.99	- 0.5	35	74.4	75.33	0.9
2	75.6	75.80	0.2	19	70.9	69.57	- 1.3	36	74.2	75.07	0.9
3	74.9	75.66	0.8	20	66.9	68.36	1.5	37	73.1	74.90	1.8
4	76.1	75.01	- 1.1	21	74.8	74.94	0.1	38	73.0	72.88	- 0.1
5	75.2	75.25	0.1	22	74.5	75.21	0.7	39	72.7	73.96	1.3
6	77.1	76.06	- 1.0	23	72.7	72.92	0.2	40	74.5	74.61	0.1
7	76.4	76.39	0	24	73.0	73.23	0.2	41	74.2	75.04	0.8
8	75.7	74.98	- 0.7	25	75.0	74.74	- 0.3	42	75.0	75.42	0.4
9	72.1	76.68	4.6	26	72.5	75.44	2.9	43	74.5	74.88	0.4
10	74.2	75.76	1.6	27	75.5	75.14	- 0.4	44	74.7	75.71	1.0
11	66.1	67.95	1.9	28	74.5	75.47	- 1.0	45	74.2	74.32	0.1
12	68.0	67.99	0	29	75.4	75.20	- 0.2	46	75.0	76.06	1.1
13	67.1	66.82	- 0.3	30	75.6	75.21	- 0.4	47	75.1	75.82	0.7
14	70.5	69.17	- 1.3	31	75.7	75.61	- 0.1	48	75.5	75.15	- 0.4
15	66.9	67.34	0.4	32	74.1	75.04	0.9	49	76.2	75.98	- 0.2
16	67.9	68.52	0.6	33	73.1	73.74	0.6	50	75.3	75.60	0.3
17	67.8	68.49	0.7	34	74.8	75.91	1.1				

2.3 实测值的误差

与实测值进行比较来考察预测值的准确性时,应考虑到实测值也存在一定的误差。为分析实测值的误差,对 10 车胎面胶的混炼胶进行了试验,除记录预测值外,每车取 3 个试样进行门尼粘度测量,其结果见表 2。

从表 2 可以看出,每车 3 个试样实测值之间的差值平均为 2.47,也就是说检测的最大误差大于 2 个门尼值。

在分析实测值的误差时,既要看到测试技术本身存在的误差,还要看到实测结果是

从 200 kg 胶料中取 30 g 试样所获得的数据,胶料的均匀性也对实测结果有着很大的影响。为此,对 3 车胶料进行了考察,每车分别在不同部位取 10 个试样测量其门尼粘度,结果见表 3。

从表 3 可看出,每车胶料的 10 个试样实测值之差的最大值都在 6 个门尼值左右,即胶料本身的波动大约在其平均值 ± 3 的范围,而预测值与实测平均值的差均不大于 1 个门尼值。从前 50 车来看,差值不到 1 个门尼值的就有 34 车(约 70 %)之多。

表 2 实测值误差分析

编号	预测值	试 样 1		试 样 2		试 样 3		实测值极 值之差	实测值 平均	与预测 值之差
		实测值	与预测值差	实测值	与预测值差	实测值	与预测值差			
1	73.27	74.3	1.0	72.9	- 0.4	72.7	- 0.6	1.6	73.3	0
2	69.17	72.5	3.3	70.7	1.5	69.9	0.4	2.9	70.9	1.7
3	69.57	69.5	- 0.1	68.6	- 1.0	69.7	0.4	1.1	69.3	- 0.3
4	72.73	73.5	0.8	72.2	- 0.5	72.7	0	1.3	72.8	0.1
5	73.21	74.5	1.3	73.7	0.5	73.2	0	1.3	73.8	0.6
6	74.90	72.1	- 2.8	75.4	0.5	74.2	- 0.7	3.3	73.9	- 1.0
7	72.92	74.1	1.2	71.7	- 1.2	68.4	- 4.5	5.7	71.4	- 1.5
8	73.23	72.0	- 1.2	73.7	0.5	72.2	- 1.0	1.7	72.6	- 0.6
9	72.92	70.4	- 2.5	71.2	- 1.7	74.3	1.4	3.9	72.0	0.9
10	68.52	70.1	1.6	71.6	3.1	69.7	1.2	1.9	70.5	2.0

表 3 每车胶料门尼粘度分布

编号	预测值	实 测 值										实测值 平均	实测值极 值之差	与预测值 之差
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	73.27	74.3	73.2	72.9	74.2	73.5	75.4	69.0	70.1	69.7	69.9	72.3	5.8	- 1.0
2	72.73	71.9	70.8	74.6	69.5	73.6	68.2	73.4	73.9	71.5	72.1	72.0	6.4	- 0.8
3	72.92	71.0	68.9	72.2	73.5	70.4	74.8	71.7	75.2	70.6	71.4	72.0	6.3	- 1.0

2.4 预测值误差的分析

从上述几点讨论中可知,影响预测值误差大小的因素首先是建立数学模型时取样的代表性,其次是实测本身误差的大小,第三是每车胶料粘度的波动大小。从本次研究的情况看,实测值极值之差平均为 2.47 个门尼值,每车胶料的门尼值大约在其平均值 ±3 的范围内波动,而 50 车预测值与实测值的平均差值只有 0.8,由此可见预测值是有代表性的,应该能满足生产对胶料质量评价的要

求。

3 按预定门尼粘度值控制排胶

控制是预测的反问题。按照混炼质量要求,如要求混炼胶门尼粘度为 72 ±4,即可将其上下限代入预测的数学模型,求得排胶点瞬时功率控制排胶。试验控制排胶共记录 30 车,其预测值、实测值的对比数据如表 4 所示。

从表 4 可见,预测值的波动范围(即预测

表 4 试验控制排胶后胎面胶门尼粘度预测值与实测值比较

编号	实测值	预测值	误差	编号	实测值	预测值	误差	编号	实测值	预测值	误差
1	74.7	75.01	0.3	11	74.4	74.94	0.5	21	72.1	73.21	1.1
2	73.2	74.98	1.8	12	74.8	74.90	0.1	22	74.9	74.61	- 0.3
3	68.9	69.17	0.3	13	72.7	72.88	0.2	23	73.7	73.27	0.4
4	68.0	68.52	0.5	14	74.8	73.96	- 0.8	24	74.8	75.07	0.3
5	67.1	68.49	1.4	15	75.0	74.61	- 0.4	25	67.5	68.52	1.0
6	70.5	69.57	- 0.9	16	74.5	74.88	0.4	26	74.8	74.88	0.1
7	72.5	73.23	0.7	17	72.1	74.17	2.1	27	72.7	73.97	1.3
8	72.0	72.92	0.9	18	73.1	73.89	0.8	28	73.4	72.73	0.7
9	74.2	75.04	0.8	19	73.4	74.32	0.9	29	70.7	73.21	2.5
10	71.7	73.74	2.0	20	75.0	74.99	0	30	74.2	75.14	0.9

值极值之差)只有 6.5,而未控制(见表 1)的预测值的波动范围达 9.86。如按全部都在 72 ±4 的范围内要求,实际波动只有 ±3。从控制排胶的标准偏差等数据(见表 5)也可说明控制后混炼胶粘度的均一性更好。

表 5 控制前后胎面胶门尼粘度值分析

项 目	控 制 前		控 制 后	
	实测值	预测值	实测值	预测值
平均值	73.75	73.75	72.71	73.29
极值之差	11.00	9.86	7.90	6.65
标准偏差	20.66	20.80	12.49	11.64

4 结语

使用 MGK 型密炼机混炼微机监控系统,建立适宜的数学模型,预测了混炼胶的粘度,与实测值平均相差 0.8 个门尼值,具有良好的精确性,因而可部分代替实际检测,节省人力,提高效率,并可缩短混炼胶的停放时间,加速资金周转。

采用控制排胶点瞬时功率的方法混炼,胶料粘度的波动范围比未控制的更小,均匀性更好,这为后继工序的挤出和压延工艺质量要求打下了良好的基础。

致谢 本文得到了华南理工大学张海教授和马铁军老师的大力支持和配合,在此表示感谢!

参考文献

- 1 张 海,张生贵,蔡群英,等. 密炼机橡胶混炼工艺的瞬时功率控制法. 橡胶工业,1993,40(6):348~352
- 2 邹明清,蔡大扬,张 海,等. MGK 密炼机混炼微机监控仪在 GK-270 型密炼机上的应用. 轮胎工业,1996,16

(1):45~48

- 3 张 海,贺德化,李 华,等. 混炼胶质量在线检测技术的研究. 橡胶工业,1997,44(13):160~165

收稿日期 1997-05-09

Prediction and Control of Mooney Viscosity of Rubber Mix

Zhu Kongyang, Fang Zhijun and Wei Xiangyang

(Shanghai Tire and Rubber Group Corp. Ltd. 200245)

Abstract The MGK Computer-monitoring System for Internal Mixer was used to predict the mix Mooney viscosity in the BB270 internal mixer. The results showed that the average difference between the predicted value and the measured value was 0.8 (the relative error was 1%), thus the prediction of the Mooney viscosity of tread compound was realized. The dumping point was controlled by means of the mathematical model for predicting Mooney viscosity to make the deviation of the mix Mooney viscosity within ± 3 .

Keywords mix, Mooney viscosity, prediction, computer monitoring, internal mixer

米其林推出新型跑气保用轮胎

美国《橡胶和塑料新闻》1997 年 6 月 30 日 35 页报道:

米其林北美公司 6 月 16 日向汽车替换胎市场推出了 MXV4ZP 新型跑气保用轮胎,以消除司机在路边更换跑气轮胎的不便。MXV4 将和 Smar 轮胎美国公司生产的轮胎气压监控系统一起使用。

米其林说, MXV4 称作零压轮胎,因为它在完全失去气压后仍能以 88 km 的时速行驶 80 km。每条新轮胎要比普通轮胎约贵 45~50 美元,而气压监控器要花费 300~400 美元。

MXV4 开始是作为 1996 年型 Lincoln Continental 轿车的任选轮胎推出的,起初有 3 个规格,以适应 Honda Accord, Ford

Contour 和 Nissan Altima 轿车的不同要求。一旦规格增多,而且公众对这种轮胎的使用性能更加了解, MXV4 的需求量将会增长。

经增强的垂直胎侧将在 MXV4 失掉气压时为车辆提供支撑和横向操作性,以保持控制。

米其林在其有 1 300 名雇员的南卡罗莱纳州列辛顿厂生产 MXV4 轮胎,目前尚无把这种轮胎扩大到其它厂生产的计划。

米其林声称,这种轮胎失去气压后的行驶性能特别好,以致司机根本感觉不到,因此必须配用 Smar 轮胎气压监控系统。该装置可在汽车行驶中监测、显示轮胎温度和气压的变化。

(涂学忠摘译)