

# 密炼机混炼时填充量的确定

周建辉, 何杰英

[上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司 炼胶厂, 上海 200240]

**摘要:** 通过试验总结给出了新的密炼机混炼填充量计算公式, 并通过一系列的变量试验对新公式计算值进行了考察。结果表明, 采用新公式计算的填充量时, 混炼过程正常, 混炼胶分散均匀性提高, 混炼生产效率提高, 硫化胶料的物理性能也有所改善。

**关键词:** 密炼机; 混炼; 填充量; 计算方法

中图分类号: T Q330. 6<sup>+</sup>3 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2000)10-607-04

对混炼胶质量的要求主要有两方面, 一是混炼胶本身要具有良好的加工工艺性能, 一是能够保证轮胎成品具有良好的物理性能。对混炼工艺有如下要求: 各种配合剂要全部均匀地分散于胶料中, 胶料性能均匀一致; 配合剂(特别是补强填充剂要达到较好的分散度, 并与生胶产生结合橡胶以获得良好的补强效果; 胶料要具有一定的可塑性, 保证各加工操作可顺利进行; 在保证混炼均匀的基础上尽可能地缩短混炼时间。

混炼胶的质量和混炼效率取决于添加剂粒子间的吸引力、橡胶的流动性、混炼设备的尺寸、密炼机的填充量以及混炼时间、混炼温度、压砣压力和转子转速等条件<sup>[1]</sup>。在实际生产中, 除填充量可变以外, 上述其它参数和条件都是确定的。

密炼机混炼时的填充量过大或过小都会使胶料得不到充分的剪切和捏合, 从而造成混炼不均和硫化胶物理性能波动较大。目前, 国内外关于精确测算和确定填充量的方法还未有报道, 国内橡胶专业教科书推荐的方法是:

$$W = fVP \quad (1)$$

式中  $W$ ——填充量;

$f$ ——填充因数, 一般取 0.48 ~ 0.75;

$V$ ——密炼机的工作容积;

$\rho$ ——配方理论密度。

此方法目前在国内被普遍采用。

采用此方法在实际应用中发现两个难以解决的问题: 一是填充因数在规定范围内选取时的随意性较大; 二是生胶的门尼粘度和混炼特性、填充剂、油以及低熔点物质等对填充因数取值的影响程度难以确定。

本工作基于对国外密炼机填充量测算方法的实际验证, 结合本公司的实际情况, 得出了密炼机填充量的计算方法, 并对计算值进行了试验考察。

## 1 实验

### 1.1 密炼机工作容积的测量

将一定量的母炼胶投入密炼机进行混炼, 观察压砣的运动情况。变换多种投入量, 若排胶前压砣在 3 ~ 7 mm 范围内浮动, 则此时的投入量即为本机适合的投入量。依此投入量即可确定工作容积。以本公司 PN370 密炼机为例, 试验结果见表 1。

### 1.2 密炼机填充量的计算

正确确定密炼机填充量的关键是对胶料配方中各组分的含量进行分析, 充分考虑生胶种类、填充剂、油和低熔点物质在混炼过程中的体积变化。填充量的计算公式为

$$W = KVP \quad (2)$$

式中  $K$ ——填充剂、油和低熔点物质质量分数修正值;

表1 不同投入量时密炼机压砵的运动情况

项 目	1	2	2	4	5	6
投入量/kg	330	340	345	350	355	360
压砵运动情况	加压30 s后 即无浮动	加压后40 s 即无浮动	排胶前1 min 浮动不明显	排胶前1 min在3~ 7 mm 范围平稳浮动	排胶前浮动, 偶 有激烈跳动	排胶前浮动, 偶 有激烈跳动
升温情况	起始升温慢, 温 升有大波动	起始升温慢, 温 升有大波动	温升波动小	温升波动小	极快升至 120 °C	极快升至 120 °C
加压时间/s	130	125	125	123	120	115

$P$ ——生胶种类修正值, 当用 NR, SBR, NBR 和 CR 时,  $P = 1$ ; 当用 IIR, EPDM 和 BR 时要适当增大  $P$  值, 即  $P > 1$ 。

$K$  是考虑填充剂理论密度和视密度的较大差异以及油和低熔点物在混炼过程中的体积变化及其对剪切力影响而对填充量的修正, 即

$$K = D + I - F$$

式中  $D$ ——胶料的理论密度;

$I$ ——油与低熔点物质(如石蜡、防老剂和树脂等)在配方中的质量分数的修正值, 按大于或小于 0.10 两种情况进行修正;

$F$ ——填充剂质量分数修正值, 当填充剂质量分数大于 0.28 时需修正, 小于 0.28 时,  $F = 0$ 。

### 1.3 对填充量计算值的验证试验

对所有配方胶料进行了填充量对比试验。现仅就以下几个典型配方加以说明:

- (1) 较高含胶率的帘布胶胶料配方(224);
- (2) 全 SR、高填充、高油含量的胎面胶胶料配方(C21);

(3) 含 IIR 和 EPDM 的高填充、高油含量的内胎胶胶料配方(D110)。

上述 3 种胶料在 4 种不同填充量分别进行对比试验, 4 种填充量分别为:

计算值: 按式(2)计算所得值;

少 5%: 比计算值减少 5%;

多 5%: 比计算值多 5%;

原来值: 按式(1)计算所得值。

每个试验样本各 20 个批次。对比试验时的混炼条件见表 2。

### 1.4 性能测试

胶料的分散度、邵尔 A 型硬度、拉伸性能

表2 对比试验混炼条件

项 目	配方代号		
	224	C12	D110
密炼机型号	BB370	PN370	GK/160VU
混炼工艺参数			
压砵风压/MPa	0.60	0.60	0.65
排胶温度/°C	150	165	165
转子转速/(r·min <sup>-1</sup> )	40	35	30
冷却水温/°C	30	30	27
混炼工艺	A	A	B
填充量/kg			
少 5%	336.6	331.9	248.9
计算值	354.3	349.4	262.0
多 5%	372.0	366.9	275.1
原来值	308.1	287.2	231.0

注: 混炼工艺 A: 生胶、炭黑和配合剂投入后加压至 125 °C 加油, 再加压至排胶温度排胶; 混炼工艺 B: 投入生胶、炭黑、油和配合剂加压至 135 °C, 提压砵, 再加压至排胶。  
和撕裂性能均按相应的国家标准进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 混炼过程与结果的对比

对比试验加压时间见表 3。

表3 对比试验加压时间

胶料编号	少 5%	计算值	多 5%	原来值
224	150	130	120	172
C12	158	145	123	174
D110	211	190	180	233

混炼中观察结果如下:

少 5%: 加压初期压砵浮动, 温升不稳定, 在混炼中期上下波动较大, 排胶前 1 min 压砵浮动很小;

计算值: 加压后温升稳定, 压砵在 3~7 mm 范围内平稳浮动, 排胶后无炭黑散落;

多 5%: 压砵压不到位, 升温较快且不稳定, 排胶后有较多炭黑散落;

原来值: 加压后很快就见不到压砣浮动, 升温慢且上下波动大, 排胶后有少量炭黑散落, C12 和 D110 胶片切开后可见小生胶粒子。

由表 3 观察结果可见, 当采用计算值填充量时, 在整个混炼过程中, 压砣运动状态正常, 加压时间合适, 排胶后基本无散落炭黑, 表明填充量适合; 采用原来值填充量时, 混炼时间长, 排胶后 C21 和 D110 胶料中还夹杂有很小的未分散 BR 和 IIR 生胶粒, 显然填充量过少; 填充量为少 5% 时, 混炼情况比原来值好, 但不如计算值; 填充量为多 5% 时, 压砣始终不到位, 排胶后有较多炭黑散落, 说明炭黑没有充分分散。

以上分析表明, 填充量过大时, 一部分胶料必然被挤到密炼机的喉部(接近投料口的区域), 不易分散, 难以得到品质均一的混炼胶; 填充量过小时, 由于批量小、时间长而影响了生产效率。

## 2.2 混炼胶性能的对比

Frekley 用布拉本德试验机进行了一系列研究后认为, 如果胶料在密炼过程中发生了部分停滞的现象, 那么无论如何也难以期望得到分散性良好的均质胶料, 而发生停滞的原因就是填充量不当<sup>[2]</sup>。本工作中的试验结果也证明了这一点。这是因为: ①填充量过小时, 混炼室内转子凸棱前面区域的橡胶是非连续的, 且未充满, 内部压力非常小; ②填充量适当时, 转子凸棱前面区域充分填充橡胶, 橡胶被连续翻转, 在转子背面存在空隙, 转子尖端后的橡胶向中间迁移产生了连续流动; ③填充量过大时, 内部压力越来越大, 少有空隙, 难以形成填充量适合时的那种流动。从混炼胶快检数据和分散度情况(表 4)可见, 采取计算值填充量的混炼胶的塑性值和硬度变化范围小, 批次之间更加均匀一致, 分散度也有改善。由胶料物理性能测试结果(表 5)可见, 采用计算值填充量时各批次胶料的物理性能基本一致, 与采用原来值填充量的胶料相比, 有些性能还有所改善。

## 3 结语

试验证明, 合理的填充量不仅可提高混炼胶质量, 而且可提高生产效率。

表 4 对比试验胶料快检结果

项 目	配方代号		
	224	C12	D110
威廉氏塑性值			
少 5%	0.43~0.51	0.29~0.35	0.44~0.48
计算值	0.43~0.47	0.29~0.32	0.45~0.48
多 5%	0.39~0.48	0.27~0.32	0.43~0.47
原来值	0.44~0.48	0.30~0.37	0.44~0.49
邵尔 A 型硬度/度			
少 5%	53~54	65~68	54~56
计算值	53~54	67~68	55~56
多 5%	52~55	65~68	54~56
原来值	52~54	64~68	54~56
分散度			
少 5%	4.5~5.0	4.5	4.0~4.5
计算值	5.0	4.5	4.5~5.0
多 5%	4.0	4.0	3.5~4.0
原来值	4.5	4.5	4.0

炭黑和其它各种填充剂的聚集体中存在空隙, 因此混炼时橡胶必然会将空隙中的空气挤出, 使投入材料的总体积减小。另外, 密炼机混炼时的适宜填充量往往因配方不同而有所变化, 而且油和低熔点物质对橡胶的渗透作用也应考虑, 因为它们影响了密炼机转子对胶料的剪切作用。因此在确定适当填充量时必须将多种因素综合分析。

为了找到确定合理填充量的方法, 本工作对各种配方在相应密炼机上进行了约 2 000 多个批次的试验。本方法正式推广 2 年多来, 混炼胶塑性值稳定性比原来有所提高(单批稳定在 0.02 以内, 批与批间的偏差由原来的  $\pm 0.05$  减小到  $\pm 0.03$ , 混炼胶分散度比原来提高 0.5~1 度, 胶料的物理性能稳定性也有所提高。现确定的填充量比原来值填充量普遍提高, 使加权平均生产效率提高 8.6%。

在实际运用中发现, 对于个别高非补强填充剂含量配方胶料, 计算填充量比实际适宜填充量低, 从而影响了混炼胶的质量和生产效率, 需在今后进行进一步的研究。

## 参考文献:

- [1] 佚名. 混炼参数[J]. 赵启元译. 橡胶译丛, 1981(1): 24.
- [2] 占部诚亮. 密炼机混炼的填充率[J]. 黄国忠译. 橡胶译丛, 1992(1): 24.

表5 不同填充量时胶料的物理性能

项 目	配方代号											
	224				C12				D110			
硫化温度/℃	160	160	160	160	141	141	141	141	160	160	160	160
硫化时间/min	1.0	1.5	2.0	3.0	15	20	30	45	10	20	30	45
邵尔 A 型硬度/度												
计算值	69	79	70	70	50	57	57	58	63	63	63	63
原来值	68	69	69	60	55	56	57	57	63	63	63	63
300%定伸应力/MPa												
计算值	10.0	10.9	11.4	11.0	7.4	8.1	8.4	8.9	2.2	2.4	2.6	2.7
原来值	9.3	10.7	10.9	11.0	7.4	7.6	8.1	7.7	2.2	2.4	2.6	2.6
拉伸强度/MPa												
计算值	21.9	22.1	22.2	21.9	25.5	25.1	24.8	24.8	10.3	9.9	9.7	9.4
原来值	21.8	21.0	21.4	20.4	25.8	25.7	24.3	23.1	9.9	9.9	9.7	8.7
扯断伸长率/%												
计算值	606	549	546	549	642	612	595	577	801	749	743	716
原来值	651	549	559	532	650	631	590	601	785	744	706	681
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )												
计算值	—	45.4	—	45.3	—	—	—	—	—	—	—	—
原来值	—	45.6	—	46.0	—	—	—	—	—	—	—	—

收稿日期: 2000-04-19

## 国际性轮胎工业盛会 助你开拓国内庞大市场

# Tyrexpo-2000

上海国际轮胎展

### 上海国际轮胎工业及设备展览会

2000年11月28日至12月1日 上海国际展览中心

#### 专业「轮胎工业展」反应踊跃:

目前,已有超过50家中外著名的公司,如米其林、大陆马牌、横滨、佳通轮胎、邓禄普、日本飞劲、安固、Alcoa、昆山六丰机械、上海金合利铝轮毂、源兴(福建)汽车零件、拜耳、埃克森化工、现代机器、泰克、Tip Top、Hofmann等已落实参展或预留展台。

#### 展品范围:

- ▶ 汽车轮胎 (轿车、商用车及特种车)
- ▶ 轮胎生产设备
- ▶ 翻胎设备
- ▶ 轮胎模具
- ▶ 轮圈
- ▶ 轮胎周边零配件
- ▶ 轮胎维修
- ▶ 轮胎测试及换胎设备
- ▶ 橡胶原料及化工
- ▶ 其他与轮胎相关的技术及设备

#### 同期展会:

展会与《第三届上海国际汽车零部件及维修设备展览会》同期举行,展商可同时与该展会之观众洽商,大大地增强参展的效果



致: ADSALE 轮胎展览服务有限公司

香港-联络人: 邓先生  
电话: (852) 2811 8897  
传真: (852) 2518 5024  
电子邮件: auto@adsaleexh.com  
网址: www.adsaleexh.com

上海-联络人: 陈小旭  
电话: (8621) 6278 1867  
传真: (8621) 6295 7604  
电子邮件: aesshaaa@public4.sta.net.cn

请于预留位置填上✓号。

我可欲参展, 请预留 \_\_\_\_\_ 平方米展位。

我可欲参观, 请寄 \_\_\_\_\_ 张参观券。

公司: \_\_\_\_\_

负责人: \_\_\_\_\_

职衔: \_\_\_\_\_

地址: \_\_\_\_\_

邮编: \_\_\_\_\_

电话: \_\_\_\_\_

传真: \_\_\_\_\_

电子邮件: \_\_\_\_\_

产品: \_\_\_\_\_