

高转速一步压砣法生产终炼胶的研究

于宗南,王丽莉,周建全,陆 林

(桦林佳通轮胎有限公司,黑龙江 牡丹江 157032)

摘要:探讨在 270 型密炼机中用转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法生产轮胎终炼胶。结果表明,与转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的多步压砣法终炼胶相比,转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法终炼胶的门尼黏度、炭黑分散性、物理性能满足工艺要求,生产能耗减小,生产效率提高。采用转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法生产轮胎终炼胶可行。

关键词:一步压砣法;转速;密炼机;轮胎;终炼胶;门尼黏度;炭黑分散性

目前,国内大多数轮胎企业的 270 型密炼机在生产轮胎终炼胶时普遍采用低转子转速($20 \sim 30 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)的多步压砣法。随着橡胶价格的不断攀升,轮胎生产成本不断提高,在保证胶料性能的前提下降低轮胎生产成本已成为轮胎企业的重点研究课题。本工作探讨在 270 型密炼机中用转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法生产轮胎终炼胶的可行性。

1 实验

1.1 配方

配方 1:天然橡胶(SMR20),55;丁苯橡胶(SBR1500),20;顺丁橡胶(BR9000),25;炭黑 N220,40。

配方 2:天然橡胶(SMR20),47.5;顺丁橡胶(BR9000),52.5;炭黑 N375,30;炭黑 N660,21。

1.2 试验设备和仪器

GK-270 型密炼机,有效容积 250 L,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;Dispergrader1000 型橡胶炭黑分散仪,瑞典 Optigrade 公司产品;Instron 4301 型电子拉力机,英国产品;门尼黏度仪,晖中科技有限公司产品。

1.3 填充因数

配方 1 中炭黑 N220 为硬质炭黑,天然橡胶

用量占生胶用量的 55%,密炼机转子转速由 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 调整到 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 时胶料升温速度较快,因此先定配方 1 胶料的填充因数为 $0.65 \sim 0.70$ 。根据压砣压到位的时间占总混炼时间的 $1/2 \sim 2/3$,现场试验确定,配方 1 胶料的实际填充因数为 0.672。

配方 2 中顺丁橡胶用量占生胶用量的 52.5%,炭黑 N375 属硬质炭黑,N660 炭黑为软质炭黑,由于硬质炭黑与软质炭黑并用及顺丁橡胶含量较高,密炼机转子转速由 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 调整到 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 时胶料升温速度缓慢,因此先定配方 1 胶料的填充因数为 $0.70 \sim 0.75$ 。现场试验确定,配方 1 胶料的实际填充因数为 0.70。

1.4 混炼工艺

(1)配方 1 终炼胶(转速 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$):胶料和配合剂 $\xrightarrow{50 \text{ s}}$ 压砣 $\xrightarrow{50 \text{ s}}$ 压砣 $\xrightarrow{40 \text{ s 或 } 110 \text{ } ^\circ\text{C}}$ 排胶(10 s)。

(2)配方 1 终炼胶(转速 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$):胶料和配合剂 $\xrightarrow{60 \text{ s 或 } 110 \text{ } ^\circ\text{C}}$ 排胶(10 s)。

(3)配方 2 终炼胶(转速 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$):胶料和配合剂 $\xrightarrow{40 \text{ s}}$ 压砣 $\xrightarrow{30 \text{ s}}$ 压砣 $\xrightarrow{70 \text{ s 或 } 105 \text{ } ^\circ\text{C}}$ 排胶(10 s)。

(4)配方 2 终炼胶(转速 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$):胶料

和配合剂 $\xrightarrow{75\text{ s 或 } 105\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 排胶(10 s)。

在设计转速 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法的终炼胶施工标准时,以转速 $20\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的多步压砣法终炼胶有效混炼时间内剪切次数为基准,计算出转速 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法的混炼时间。以配方1胶料为例,转速 $20\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的多步压砣法压砣下压到位后的有效混炼时间为总混炼时间减去升降压砣的时间,即 $140\text{ s} - 20\text{ s} = 120\text{ s}$, 120 s 内胶料被剪切40次,在设计转速 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法工艺时剪切40次的时间定为60 s,故转速为 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法的混炼时间定为60 s。

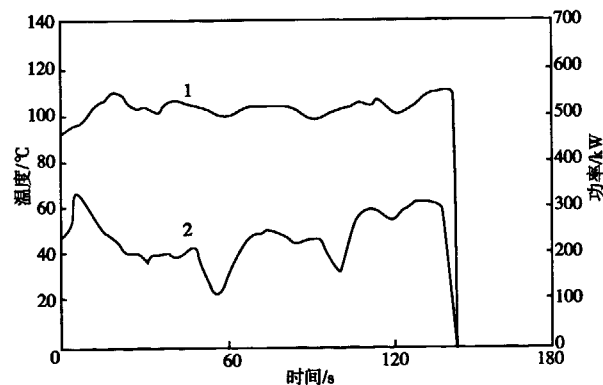
2 结果与讨论

2.1 终炼胶工艺性能

转速 $20\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的多步压砣法和转速 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法终炼胶生产工艺曲线如图1~4所示,工艺参数如表1所示。可以得出,从转速 $20\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的多步压砣法转为转速 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法,配方1和配方2终炼胶的单车总混炼时间分别缩短到80和75 s,生产效率分别提高56.3%和48.7%,总能耗分别降低23.0%和22.2%。

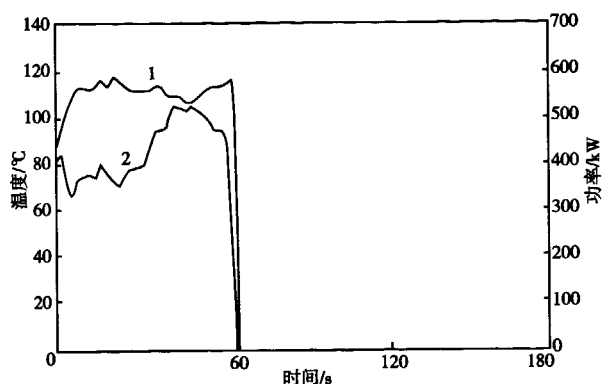
采用转速 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法生产终炼胶注意以下2个问题。

(1)密炼机转子转速过快,胶料流片及落片速度加快,胶料的落片温度上升,建议增大胶片在冷



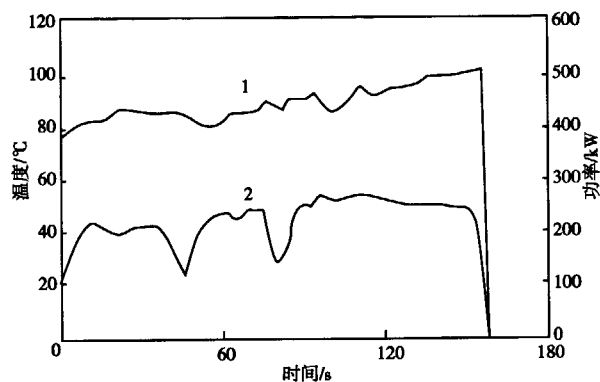
1—温度;2—功率。

图1 配方1终炼胶(转速 $20\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)的生产工艺曲线



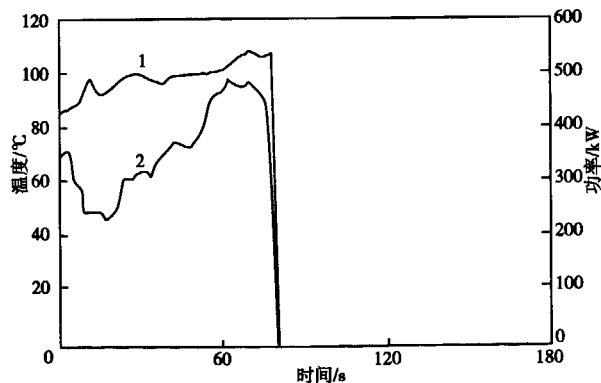
注同图1。

图2 配方1终炼胶(转速 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)的生产工艺曲线



注同图1。

图3 配方2终炼胶(转速 $20\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)的生产工艺曲线



注同图1。

图4 配方2终炼胶(转速 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)的生产工艺曲线
却挂杆上的长度,减小胶片厚度,以利于散热,同时可根据实际情况增加冷却风机。

(2)胶料摩擦升温速率快,排胶时温度闪差较大,实际采用控制时间方式生产,即转速 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的一步压砣法配方1终炼胶实际生产

表1 终炼胶工艺参数

配 方	排胶温度/ ℃	混炼总时间/ s	总能耗/ (kW·h)
配方1(转速 20 r·min ⁻¹)	110	142	8.7
配方1(转速 40 r·min ⁻¹)	114	62	6.7
配方2(转速 20 r·min ⁻¹)	101	154	9.0
配方2(转速 40 r·min ⁻¹)	106	79	7.0

工艺为:胶料和配合剂 $\xrightarrow{60\text{ s}}$ 排胶(10 s);配方2终炼胶际生产工艺为:胶料和配合剂 $\xrightarrow{75\text{ s}}$ 排胶(10 s)。

转速 20 r·min⁻¹的多步压砣法和转速 40 r·min⁻¹的一步压砣法配方1终炼胶产能见表2。可以看出,与转速 20 r·min⁻¹的多步压砣法终炼胶相比,转速 40 r·min⁻¹的一步压砣法的终炼胶产能提高 74.6%。

2.2 终炼胶炭黑分散性

转速 20 r·min⁻¹的多步压砣法和转速 40 r·min⁻¹的一步压砣法终炼胶炭黑分散性如表3

表2 配方1终炼胶产能

项 目	转速/(r·min ⁻¹)	
	20	40
填充因数	0.76	0.67
单车用时/s	162	82
单车胶质量/g	215.8	190.7
产能/(kg·h ⁻¹)	4795	8372

所示。可以看出,与采用转速 20 r·min⁻¹的多步压砣法转的终炼胶相比,采用转速 40 r·min⁻¹的一步压砣法的终炼胶炭黑分散等级相当。

2.3 终炼胶门尼黏度和物理性能

转速 20 r·min⁻¹的多步压砣法和转速 40 r·min⁻¹的一步压砣法终炼胶快检门尼黏度和物理性能分别如表3和4所示。可以看出,与采用转速 20 r·min⁻¹的多步压砣法的终炼胶相比,采用转速 40 r·min⁻¹的一步压砣法的终炼胶门尼黏度略有降低,门尼黏度稳定性较好;物理性能相当。

表3 终炼胶炭黑分散性

配 方	1 车	2 车	3 车	4 车	5 车
配方1(转速 20 r·min ⁻¹)	3.76	3.57	3.75	3.64	4.63
配方1(转速 40 r·min ⁻¹)	3.62	4.02	3.99	3.42	4.15
配方2(转速 20 r·min ⁻¹)	3.54	3.50	4.55	4.78	2.21
配方2(转速 40 r·min ⁻¹)	3.93	3.39	3.93	5.10	2.31

表4 终炼胶门尼黏度[ML100 ℃(1+4)]

配 方	1 车	2 车	3 车	4 车	5 车
配方1(转速 20 r·min ⁻¹)	76	79	79	79	75
配方1(转速 40 r·min ⁻¹)	75	75	77	78	76
配方2(转速 20 r·min ⁻¹)	56	59	58	60	60
配方2(转速 40 r·min ⁻¹)	58	59	57	57	61

表5 终炼胶物理性能

配 方	邵尔 A 型 硬度/度	100%定伸 应力/MPa	300%定伸 应力/MPa	拉伸强度/ MPa	拉断伸长 率/%	密度/ (Mg·m ⁻³)
配方1(转速 20 r·min ⁻¹)	69	—	12.6	24.4	534	1.147
配方1(转速 40 r·min ⁻¹)	70	—	12.2	25.3	544	1.147
配方2(转速 20 r·min ⁻¹)	54	1.2	5.8	19.9	667	1.112
配方2(转速 40 r·min ⁻¹)	53	1.2	5.7	18.9	676	1.113

3 结论

在 GK-270 型密炼机中的试验表明,与转速为 20 r·min⁻¹的多步压砣法终炼胶相比,转速为

40 r·min⁻¹的一步压砣法终炼胶的门尼黏度略有降低,炭黑分散性和物理性能相当,生产能耗大幅度减小,生产效率大幅度提高。采用转速为 40 r·min⁻¹的一步压砣法生产轮胎终炼胶可行。