

改变 F-270 密炼机混炼过程控制

方法提高混炼能力

邹明清 蔡大扬 彭周泳

(广州轮胎厂 510828)

F-270 密炼机混炼工艺由时间控制改为温度控制,提高循环冷却水温度,可在保证混炼胶质量的基础上提高炼胶能力。

1 前言

F-270 密炼机混炼具有快速、强化炼胶的特点,可自动控制其混炼时间、温度和功率,它与 XM-253/20(30)型密炼机相比,结构先进,生产能力大,混炼效果好,混炼胶质量波动小,稳定性高^[1]。

我厂自 1985 年引进 F-270 密炼机投产以来,在混炼过程控制方法上,一直采用时间控制(排胶则采用时间同温度或功率或三者同时控制),循环冷却水温度控制在 25℃ 以下。经过多年的实践,虽然摸索出一套能较好地适应各胶种的混炼工艺,但这种控制方法的混炼周期较长,胎面胶达 270s 左右,胎体胶达 210s 左右,而且需要大量的制冷水以保证循环冷却水温不超过 25℃,制冷水房出水温度不得超过 18℃,能耗较大。随着我厂生产规模不断扩大,炼胶能力也不断增大,为了挖掘 F-270 密炼机的生产潜力,充分利用其高速、高温、高压的特点,同时节省大量制冷水,降低能耗,借鉴国内各厂家使用高速密炼机的经验,我们改变了 F-270 密炼机混炼过程控制方法,提高循环冷却水温度,在取得充足数据的基础上,最后确定了新的混炼工艺条件。

2 试验

试验胶料选用胎面胶、胎体胶及内胎胶等几种典型的生产量大的胶料。

试验方案要点:改变 F-270 密炼机混炼过程控制方法和提高循环冷却水温度。

采用二段混炼工艺。一段混炼在 F-270

密炼机上进行,采用自动控制操作方式。二段加硫在 XM-253/30(20)型密炼机进行。胶料性能测试包括物理机械性能、流变特性、炭黑分散度以及车间快速检验等,均按各有关的国家标准进行。

3 结果与讨论

3.1 工艺条件的确定

我厂在 1992 年上半年以前,密炼机填充系数定为胎面胶用 0.76 左右,胎体胶用 0.76~0.77。由于该机已使用多年,内壁稍有磨损,经过试验测定后,重新调整了填充系数。它们是:胎面胶 0.79~0.80,胎体胶 0.79。这样每天可以多生产近 3 吨混炼胶,并使胶料分散更加均匀,还适当缩短了混炼时间。

根据我厂多年的使用经验,认为压砵压力 0.65MPa 较为适宜,有利于胶料分散均匀和缩短混炼周期,提高混炼胶质量。一段混炼时,转子转速均采用 45r/min。

3.2 改变 F-270 密炼机混炼过程控制方法

将 F-270 密炼机混炼过程控制方法由原来的时间控制改为温度控制。

3.2.1 工艺条件的选择

根据国内各厂家介绍的使用高速密炼机的经验,炭黑与生胶同时加入,这样压砵压下后,很快就形成较大的机械剪切力,把炭黑颗粒搓开,有利于炭黑的混入与分散。在这样的条件下加工,橡胶与炭黑的相互作用最充分,而且橡胶的分子结构变化也最小^[2]。油在胶温升至 100~130℃ 时加入较好。因为这时加油,一方面油在胶料中的分散最快最好,另一方面胶料打滑时间短^[3]。结合我厂实际使用

情况,确定加油温度为 110~125℃。胶料温升快的加油温度宜高一点,温升慢的加油温度宜低一点。加油温度过低,造成胶料混炼时间过短,分散不匀;过高则造成胶料打滑时间长,混炼时间延长。在胶料温度升至 135℃时将压砣提起一次(3 秒钟),使混炼室死角内的胶料有翻动的机会,保证胶料混炼更加均匀。排胶时根据不同的胶料配方采用不同的排胶温度。对于不同性能的胶料,即使在同样的冷却条件下,其温升速度也是不一样的^[4]。根据我厂多年的实践经验及试验情况,确定排胶温度为:胎面胶 155~160℃,胎体胶 140~145℃,内胎胶 140℃,并根据季节不同稍作调整。

3.2.2 温度控制法与时间控制法的比较

由表 1 可看出,采用温度控制混炼工艺较采用时间控制,能大大缩短胶料的混炼时间,提高 F-270 密炼机的生产能力。我们在胎面胶、胎体胶中的试验也得出同样的结论。我们分析有如下几方面原因:①炭黑与生胶同时加入,可以在短时间内形成大的机械应力,这样既不浪费高速密炼机有限的混炼时间和增加机器的有效功率,又可利用生胶在低温时较大的剪切力把炭黑颗粒搓开,有利于炭

黑的分散^[5]。②油在胶料温度升至 110~125℃这一范围时加入,此时炭黑在胶中即将被吃尽,这时加油,一方面油在胶料中的分散最快最好,另一方面胶料打滑时间短。加油温度稳定而适当这一点至关重要,采用时间控制就难以达到这一点。③根据胶料性质的不同来选择合适的排胶温度。胶料的温度与胶料性质、填充容量、压砣压力、冷却水温、转子转速以及加料工艺都有关系,而时间控制就不可能兼顾到这样众多的因素。

表 1 不同控制法的内胎胶混炼工艺对比

控制方法	时间控制	时间控制	温度控制
第二次加炭黑	30 s	10 s	
加油	55 s	45 s	110℃
压砣提起	100 s	95 s	125℃
排胶	135s×2.6kWh	115s×2.6kWh	140℃
冷却水温度,℃	25	50	50
加压时间,s	130~150	115~130	90 左右
混炼时间,s	270 左右	240	180~200

3.2.3 两种控制方法对胶料物理机械性能的影响

仍以对温度比较敏感的内胎胶进行试验。从表 2 可知,用两种控制方法混炼的胶料的物理机械性能基本接近。

表 2 两种混炼工艺对内胎胶物理机械性能的影响

性能	时间控制			温度控制		
孟山都流变仪(158℃)						
最小转矩,N·m	10.3			10.9		
最大转矩,N·m	60.3			57.0		
$t_{12}(t_{90}),\text{min}$	3.63(6.08)			3.20(6.12)		
硫化时间(158℃),min	9	12	15	9	12	15
邵尔 A 型硬度,度	48	49	49	50	50	51
拉伸强度,MPa	24.5	24.9	24.0	25.5	24.5	23.7
扯断伸长率,%	672	676	668	660	656	648
300%定伸应力,MPa	5.0	5.1	4.9	6.0	5.8	5.7
扯断永久变形,%	17	17	14	20	18	14
回弹值,%	—	40	—	—	58.4	—
撕裂强度,kN/m	87	—	75	104	—	96
压缩疲劳温升试验						
永久变形,%	2.26			2.70		
生热,℃	22			19.5		
100℃×24h 老化后						
拉伸强度变化率,%	-23	-	-12	-23	-	-11

3.3 提高 F-270 密炼机循环冷却水温度试验

我厂过去 F-270 密炼机混炼一段混炼胶均采用 25℃ 的循环冷却水,这样既增加了动力消耗,又使胶料混炼时间延长。试验中采用 35,45,50℃ 冷却水对比,最后确定冷却水温度为 50℃。表 3 为不同冷却水温度对胎冠胶混炼性能的影响,表 4 为不同胶料在 25℃ 和 50℃ 冷却水温度下的混炼性能对比。

3 不同冷却水温度对胎冠胶混炼性能的影响

冷却水温度,℃	混炼时间 s	混炼胶塑性值	混炼胶最低转矩 N·m	耗用功率 kWh	炭黑分散度
25	260	0.26~0.32	—	3.2	6
35	230	0.27	20.43	2.94	6
45	210	0.28	18.31	2.86	6
50	180~200	0.30	17.19	2.70	6+

注* 数据为多次试验的平均值;

** 混炼胶最低转矩由孟山都流变仪测定。

由表 3、表 4 可看出,随着冷却水温度的提高,混炼时间缩短,耗用功率减小,胶料可塑度符合工艺要求,炭黑分散度变化不大,胶

料质量不受影响。从几个主要胶种的试验情况来看,将冷却水温度由 25℃ 提高到 50℃ 并同时采用温度控制炼胶,可将胶料的混炼时间缩短 20%,能耗降低 12%,节省制冷水 50% 以上。究其原因:用 25℃ 冷却水时,由于水温较低,橡胶与密炼机内壁金属表面的摩擦力不够,胶料容易在冷表面滑动,没有足够的剪切应力^[6];同时由于初始温度较低,橡胶因机械破坏而形成橡胶颗粒,在短时间内不能与炭黑混合和均匀分散,亦即没有能使炭黑和生胶很快混为一体的适宜粘度,从而延长了炭黑在混炼过程中的润湿期,影响了胶料的分散性并延长了混炼周期,增加了能耗^[7];由于冷却水温度较低,胶料经冷却水带走的能量也较多。随着给定冷却水温度的提高,冷却表面的温度更接近于胶料温度,从而使胶料与密炼机内壁金属表面的粘附和摩擦作用增加,剪切效果也增大,减少了打滑现象,从而使混炼胶达到同一终点温度所需的混炼时间缩短,减少了能量消耗和温度差^[2]。

表 4 25℃ 和 50℃ 冷却水温度下各种胶料混炼性能对比

胶种	混炼时间 s		混炼胶塑性值		混炼胶最低转矩, N·m		耗用功率 kWh		炭黑分散度	
	25℃	50℃	25℃	50℃	25℃	50℃	25℃	50℃	25℃	50℃
A ₂	270	180~220	—	—	14~20	18	3.20	2.90	5	5
A ₃	240	180~200	0.29~0.35	0.32	—	19	3.20	2.90	4	5
A ₈	240	180~200	0.29~0.35	0.34	—	17	3.20	2.90	6	6
B ₂	250	180~200	—	—	13~19	16	3.30	2.90	4	4+
B ₄	220	180	0.39~0.45	0.43	—	17	2.80	2.50	4	4
B ₁	270	180~200	0.47~0.53	0.49	—	13.5	2.70	2.40	4	4

不同冷却水温度对胶料物理机械性能的影响如表 5 所示。以胎冠胶为例,提高冷却水温度,对胶料的物理机械性能没有影响,有些性能甚至还得以改善,如伸张疲劳、生热及耐磨等性能。

3.3 新工艺条件在车间的应用

经过多次试验,在取得一千多个数据的基础上,最后确定冷却水温度为 50℃,混炼工艺采用温度控制,排胶则采用温度和功率

连锁控制。1993 年 2 月初,我厂所有胶料均采用这种控制方法进行生产。从投产后的情况来看,胶料质量稳定性高,波动较小。

新控制方法应用以前,根据我厂的实际情况,F-270 密炼机机组三班日产量为 60 吨左右,采用新方法后,F-270 机组三班日产量可达到 70~75 吨,最高可达 78 吨,相当于 F-270 密炼机的生产能力提高 20% 左右。此外,能耗降低 12%~16%,制冷水节省 50%

表 5 不同冷却水温度混炼对胎冠胶物理机械性能的影响

冷却水温度/℃	25			35			45			50		
孟山都流变仪(142℃)												
最小转矩, N·m	16.4			16.8			16.4			16.1		
最大转矩, N·m	68.4			66.8			67.2			69.8		
$t_{12}(t_{90})$, min	9.5(24.3)			10.9(22.7)			10.3(22.9)			10.3(23.2)		
硫化时间(142℃), min	40	50	70	40	50	70	40	50	70	40	50	70
邵尔 A 型硬度, 度	64	63	62	62	62	63	62	61	61	61	62	60
拉伸强度, MPa	24.6	25.8	25.3	24.8	23.5	23.6	24.4	24.0	23.8	23.5	23.3	23.0
扯断伸长率, %	592	576	592	549	556	558	595	596	606	574	544	596
300%定伸应力, MPa	10.2	10.9	10.0	11.2	10.0	10.2	9.3	9.0	9.7	9.8	10.6	9.9
扯断永久变形, %	18	17	17	18	16	16	19	18	17	16	15	15
回弹值, %	—	49.1	—	—	46.5	—	—	45.5	—	—	52.5	—
撕裂强度, kN/m	146	—	143	135	—	131	133	—	132	138	—	128
磨耗, cm ³ /1.6km	0.103	—	0.133	0.068	—	0.076	0.080	—	0.086	0.075	—	0.086
压缩疲劳升温试验												
永久变形, %	—	8.36	—	—	5.82	—	—	6.82	—	—	6.93	—
生热, ℃	—	47.5	—	—	42.8	—	—	41.5	—	—	36.4	—
100℃×24h 老化后												
拉伸强度变化率, %	-48	—	-53	-53	—	-54	-53	—	-51	-48	—	-53
伸张疲劳系数	0.96	—	—	0.99	—	—	0.98	—	—	0.97	—	—
磨耗, cm ³ /1.6km	0.224	—	0.271	0.210	—	0.205	0.194	—	0.192	—	—	—

以上,具有非常明显的经济效益。

参考文献

4 结论

(1)改变 F-270 密炼机混炼过程操作方法,由时间控制改为温度控制,须视胶料性质的不同而确定相应的控制温度。

(2)F-270 密炼机一段混炼循环冷却水温度可提高到 50℃。

(3)改时间控制为温度控制,循环冷却水温度由 25℃提高到 50℃后,可提高 F-270 密炼机生产能力 20%,降低能耗 12%,节约制冷水 50%。

[1] 曹锦河,橡胶工业,39[2],87(1992)。

[2] (苏)M. H. 诺维科夫等著,周彦豪等译,生胶和混炼胶的加工流变学基础、工艺学、设备,86,182,化学工业出版社,北京,1985。

[3] 曹锦河,橡胶工业,39[2],89(1992)。

[4] 曹锦河,轮胎工业,[12],3(1988)。

[5] 杨建生,“GK-270 混炼工艺探索”,全国轮胎技术交流会,云南轮胎厂,1990。

[6] 查家镇,轮胎工业,[12],8(1988)。

[7] 张作利,轮胎工业,[2],10(1988)。

收稿日期 1993-09-06