

密炼机转子形状对胶料混炼性能的影响

耿新亭¹, 山田则文², 李大为¹

(1. 北京橡胶工业研究设计院, 北京 100039; 2. 神户制钢公司, 日本 神户)

摘要:通过对密炼机四棱 4WH 旋回流转子、新四棱 4WN 转子以及六棱 6WI 转子特征的分析, 讨论这几种转子与传统的二棱转子和四棱转子在混炼性能上的差异。在实验室密炼机上, 对时间、温度、转速及压砣压力等参数进行不同匹配, 可得到不同性能的混炼胶。

关键词:密炼机; 转子; 混炼工艺

中图分类号: TQ330.4⁺3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2005)09-0552-04

密炼机发展主要是通过改进转子形状、密炼室、转子冷却方式及排料机构等使产品质量和生产效率得到不断提高, 其中转子形状对密炼机的混炼性能影响极大。近几年来, 随着我国轮胎工业, 特别是全钢子午线轮胎生产的蓬勃发展, 国内许多厂家引进了多日本神户制钢公司生产的 BB 系列密炼机。根据这一情况, 北京橡胶工业研究设计院派出了实验小组在神户制钢公司实验室对几种典型新形状转子进行了较系统的试验。

本研究对四棱 4WH 旋回流转子、新四棱 4WN 转子和六棱 6WI 转子与传统的二棱转子和四棱转子进行混炼性能比较。

1 密炼机和转子的开发与应用

1.1 密炼机的结构和转子的作用

原料从喂料斗装入密炼机。装入的原料在转子和密炼室壁之间被剪切和拉伸。橡胶的塑化和炭黑及其它填料的分散均在这里完成。

混炼效果主要依赖转子的外形结构。神户制钢公司在 20 世纪 70 年代后期开发了四棱旋回流转子, 命名为 4WH 转子。4WH 转子的一个重要特点是长棱与短棱的长度比是 4:1。这个特点使原料在密炼室内能够很好地流动, 如图 1 所示。因此, 混炼效率比传统的标准四棱转子高 15%,

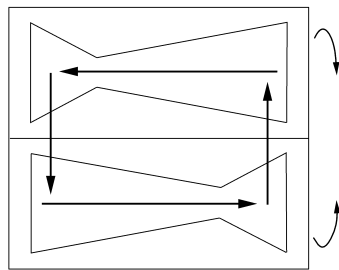


图 1 4WH 转子密炼机内胶料流动示意

比传统的二棱转子高 30%。

最近, 混炼原料发生了变化, 对混炼效果有更高的要求, 为此又开发制造出新的转子 6WI 和 4WN, 这些转子具有比 4WH 更好的混炼性能。

1.2 新转子 6WI 和 4WN 的混炼性能

(1) 6WI 转子

在开发新转子的过程中, 推出了变间隙混炼技术 (VCMT)。6WI 转子即应用了 VCMT 技术, 并且具有更好的冷却效果, 能量消耗易于控制, 塑炼更有效, 胶料的分散性和均匀性更好。VCMT 技术的本质是转子棱峰与密炼室壁之间的间隙在周向和轴向上均有变化。

简单增加转子棱数将导致混炼生热加快, 故增加棱数需要增大棱峰与密炼室壁之间的间隙。棱峰间隙对橡胶塑炼质量和填料分散性等的影响很大, 过度增大这个间隙将降低混炼性能。

小间隙的棱在混炼中有强剪切作用, 并且将粘在密炼室壁上的原料刮下来, 可提高热交换效率和密炼机的冷却效率。大间隙的棱可以提高剪

作者简介:耿新亭(1971-), 男, 山东东营人, 北京橡胶工业研究设计院工程师, 工学学士, 主要从事子午线轮胎配方与工艺研发工作。

切的均匀性,并且防止在混炼中过高生热。转子间隙在轴向上的变化降低了作用在转子上负荷的不平衡性,使胶料绕转子的棱峰在各方向上流动,可改善对胶料的搅拌作用,如图 2 所示。

(2)4WN 转子

4WN 转子的棱呈非对称排布,在需要低生热

和很好均匀性的终炼时有特别好的效果。4WN 转子棱的排布和原料流动如图 3 所示。由图 3 可见,4WN 转子有 4 个棱(2 个长棱和 2 个短棱)。棱排布的典型特征是 2 个长棱的起点位置是转子相对的两端,一个长棱的螺旋角度较大,这个长棱使胶料强烈地沿着轴向运动,因此混炼的均匀性

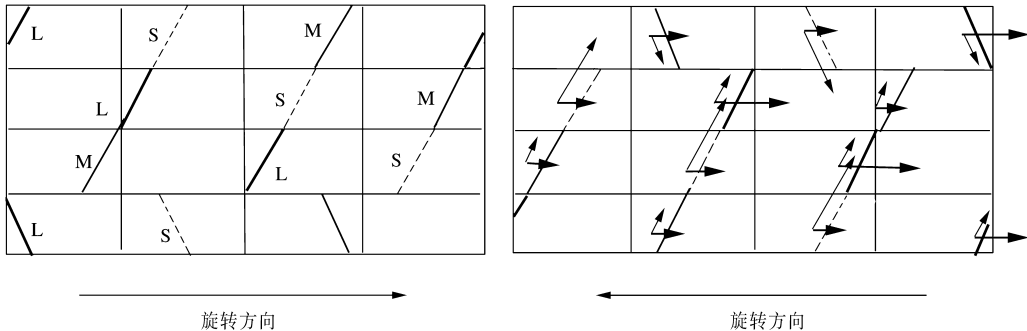


图 2 6WI 转子密炼机内胶料流动示意
S、M 和 L—大、中、小棱峰间隙。

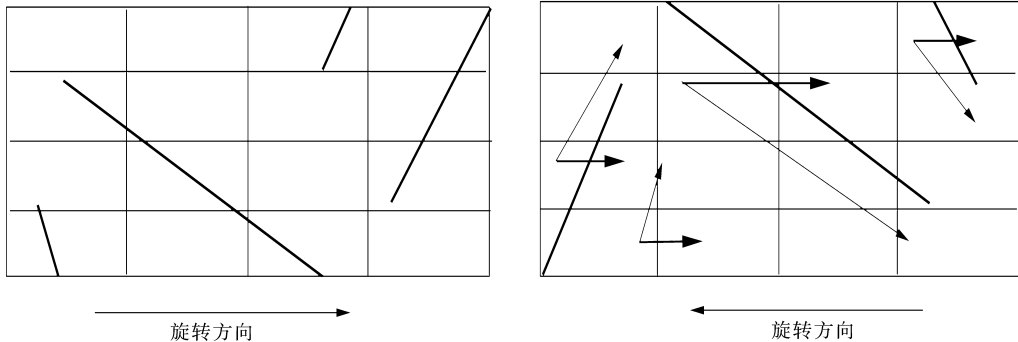


图 3 4WN 转子密炼机内胶料流动示意

得到改善。

2 各种转子混炼性能的比较

2.1 4WH 旋回流转子与传统的二棱转子和四棱转子的比较

正如在 1.1 节中所述,四棱旋回流转子的混炼性能好于传统的四棱转子以及二棱转子。3 种转子在实际生产用密炼机上混炼胶料的门尼粘度降低效率为:传统二棱转子 1.0(参比);传统四棱转子 1.08;4WH 转子 1.25。

3 种转子混炼胶料的均匀性比较如表 1 所示。测试样品为 3 种胶料的终炼胶。表 1 中的结果是根据标准偏差和孟山都硫化仪转矩计算得到

表 1 3 种转子终炼时硫磺分散性的比较			
转子类型	软橡胶	较硬橡胶	硬橡胶
传统二棱转子	1.0(参比)	1.0(参比)	不适用
传统四棱转子	10.4	3.1	1.0(参比)
4WH 转子	0.75	0.5	0.9

的。数值小意味着混炼均匀性较好。

2.2 4WN 转子和 6WI 转子与 4WH 转子和传统四棱转子的比较

6WI 转子综合性能较好,在降低门尼粘度、提高炭黑分散性和快速将原料拉入密炼室等方面都比其它转子优异,可实现高生产效率。

4WN 转子有优异的低温混炼性能和良好的

均匀性,特别适于需要低生热和高均匀性的终炼阶段。

轮胎制造商母炼中实际使用密炼机的数据如表 2 所示,所用胶料多达 30 种,在此只列出 3 种典型胶料的数据,排胶条件根据混炼温度设定。

表 2 6WI 转子的混炼结果(以 4WH 转子为 1.0 计)

项 目	轿车轮胎胎面	载重轮胎胎面	载重轮胎胎侧
混炼时间	0.88	0.88	0.85
装料量	1.0	1.05	1.05
生产效率	1.13	1.19	1.24

根据所有胶料数值计算的 6WI 转子的混炼能力(以 4WH 转子为 1.0 计)为:混炼时间 0.88,装料量 1.012,生产效率 1.13。

6WI 转子混炼的胶料门尼粘度和炭黑分散性近似或好于 4WH 转子,且生产效率提高 13%~24%。

4WN 转子在轮胎制造企业生产用密炼机上终炼的结果(以 4WH 转子为 1.0 计)为:混炼时间 0.85,装料量 1.04,生产效率 1.19。这是很多胶料测试结果的平均值。

4WN 转子的硫黄分散性近似或好于 4WH 转子。很明显,4WN 转子在终炼时混炼性能很好,并且与 4WH 转子相比,混炼胶料的温度低,

特别是在混炼结束时。

2.3 6WI 转子混炼工艺调整对胶料性能的影响

调整混炼工艺,对时间、温度、转速及压砣压力进行不同匹配,得到不同性能的混炼胶。工艺调整如表 3 所示,试验结果如表 4 所示。试验设备型号为 BB-16 型密炼机,6WI 转子,气动压砣;循环冷却水控制温度为 50℃。基本配方如下。

配方 1:SMR20 100,塑解剂 0.15,炭黑 N115 27,白炭黑 VN3 15,氧化锌 3.5,硬脂酸 2,硅烷偶联剂 X50 3,合计 157。

配方 2:SMR20 30,BR01 70,炭黑 N339 62.5,石蜡 0.5,氧化锌 3.5,防老剂 6PPD 1.6,防老剂 TMQ 1.5,均匀剂 40MSF 3,增粘树脂 Koresin 3,芳烃油 4,合计 179.6。

配方 3:SMR10 100,塑解剂 0.15,炭黑 N326 55,间苯二酚 1.5,氧化锌 8,防老剂 6PPD 2,合计 157。

根据表 3 和 4 可以得到下述结论。

配方 1:通过对不同混炼阶段压力和转速的调整,使胶料分散和混炼时间在第 3 轮试验时达到更好匹配。

配方 2:由于第 3 轮试验采用的填充因数较大,第 1 阶段的混炼时间较长,因此选择合理的填充因数对混炼工艺优化也是至关重要的。

表 3 6WI 转子混炼工艺调整试验

混炼步骤	第 1 轮				第 2 轮				第 3 轮			
	时间/ s	温度/ ℃	转速/ (r·min ⁻¹)	压力/ MPa	时间/ s	温度/ ℃	转速/ (r·min ⁻¹)	压力/ MPa	时间/ s	温度/ ℃	转速/ (r·min ⁻¹)	压力/ MPa
配方 1												
橡胶和塑解剂	60	50	60	0.4	30	50	60	0.4	30	50	60	0.4
其它物料	45	125	60	0.4	50	80	40	0.2	40	90	40	0.2
清扫	10	140	60	0.4	15	120	40	0.4	10	120	60	0.4
加压	25	140	60	0.4	167	120	60	0.4	58	120	60	0.4
配方 2												
橡胶和小料	60	50	60	0.4	40	50	60	0.4	139	50	60	0.4
加油	20	148	60	0.4	38	120	40	0.4	31	145	60	0.4
清扫	10	150	60	0.4	10	130	40	0.4				
加压	14	150	60	0.4	59	130	40	0.4				
配方 3												
橡胶和塑解剂	40	110	60	0.4	30	90	60	0.4	30	100	60	0.4
其它物料	40	140	60	0.4	45	135	40	0.4	85	140	40	0.4
清扫	5	140	60	0.4	10	135	40	0.4	10	140	40	0.4
加压	22	155	60	0.4	77	155	40	0.4	32	155	40	0.4

表 4 6WI 转子混炼工艺调整对胶料性能的影响

项 目	配方 1			配方 2			配方 3		
	第 1 轮	第 2 轮	第 3 轮	第 1 轮	第 2 轮	第 3 轮	第 1 轮	第 2 轮	第 3 轮
排胶温度/℃									
控制	155	155	155	165	165	165	155	155	155
实测	150	151	148	153	158	163	152	151	149
填充因数	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	0.85	0.70	0.70	0.80
能耗/(kW·h)	2.06	3.28	1.97	1.88	2.16	2.44	1.70	1.97	1.78
单位能耗/(kWh·kg ⁻¹)	0.171	0.272	0.164	0.174	0.200	0.174	0.146	0.169	0.134
门尼粘度									
MS[(2+3)100℃]	44.6	45.5	47.8	81.0	73.1	91.6	62.6	70.9	71.3
ML[(1+4)100℃]	77.8	78.6	85	148.6	136.5		111.4		
炭黑分散等级	1.9	6.1	4.9	6.7	6.7	6.6	7.4	7.6	7.0

配方 3:通过对转子转速的调整及填充因数的选择,使胶料的混炼质量与混炼效率达到较好的统一。

3 结论

(1)六棱转子对胶料的母炼极为有利,由于能够提供较高的剪切力,物料混合速度快,混炼均匀,可以减少对加工助剂的依赖,提高生产效率。

(2)4WN 转子有利于胶料终炼,能够在较短时间内使硫黄和促进剂充分分散,升温较慢,剪切较为柔和。

(3)对于 BB 系列密炼机,应充分掌握混炼工艺要求,对时间、温度、能量、转速及压砣压力应综合控制,只有采用变速和变压控制才能达到所要求的混炼胶性能。

第 13 届全国轮胎技术研讨会论文

定型工艺改进

中图分类号:TQ330.6+7 文献标识码:B

定型是轮胎硫化工艺的关键步骤之一,定型压力直接影响轮胎的质量,若定型压力过小,会引起窝气,而定型压力过大,又会产生胎里露线或胎里凹凸不平等。因此,有效控制硫化胶囊的定型压力是提高轮胎质量、减少废次品的关键。

我公司全钢子午线轮胎硫化工艺采用二次定型工艺,即预定型和二次定型。预定型主要是装胎时将胎坯托住、摆正和对中,同时排除胎坯与胶囊之间的空气;二次定型是合模过程中上钢棱圈与上夹环相接触时进一步排除胶囊与胎坯间的空气,并使胎坯与上下侧板间紧密贴合。在两次定型过程中,控制好定型压力和胶囊膨胀率,对定型工艺非常重要。

胶囊使用过程中,在相同的内压下,其膨胀力与使用次数有如图 1 所示的关系。

从图 1 可知,要使胶囊膨胀到相同的大小,其内压必须随胶囊使用次数的增大而减小。在定型过程的控制中,定型压力设定值是固定的,这就使更换新胶囊时,定型压力可能不足,胶囊不能充分

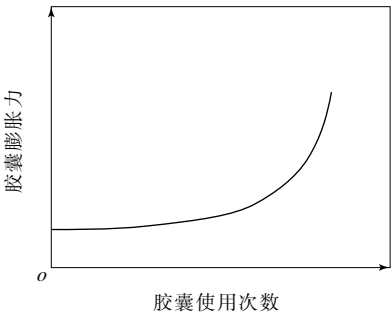


图 1 胶囊使用次数与膨胀力的关系

膨胀,以致不能完全排除胎坯与胶囊间的空气,引起窝气;而当胶囊使用次数增大,在定型内压不变的情况下其膨胀力变大,可能会将胶料向外挤压,从而引起胎里露线或凹凸不平等缺陷。

对此,我们更改了定型工艺的控制程序,使左右胶囊定型时的内压随胶囊的使用次数增大而减小,解决了此问题。修改控制程序时,由于电气转换器及所控制平衡阀的特性曲线互不相同,为使 PLC 输出达到理想的效果,需在程序中补偿因特性曲线不同而引起的定型压力与胶囊次数关系曲线的不一致。

(贵州轮胎股份有限公司 陈善蛟供稿)