

提高胶料混炼质量和效率的途径

惠炳国,王建国,王振太,刘震,台艳霞

(青岛黄海橡胶集团有限公司,山东青岛 266041)

摘要:分析原材料质量、混炼控制方式、混炼容量等影响混炼质量和效率的因素。指出能量控制方式比时间-温度控制方式更节省时间,混炼胶的 M_L , M_H 及门尼粘度值波动较小,批料间质量一致性较好。采用最佳混炼容量和混炼加料顺序,可有效降低混炼温度和能耗,大大提高混炼胶质量均一性和生产效率。

关键词:密炼机;上辅机;下辅机;混炼方式;原材料

中图分类号: TQ330.4⁺3; TQ330.4⁺93 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2006)12-0750-04

在轮胎生产中,胶料混炼的最终目的是使配合剂均匀分散和批料间质量一致。随着大容量、高转速、大功率和新型转子密炼机,炭黑及油料自动称量输送的上辅机和辊筒机头螺杆挤出下辅机的广泛应用,充分利用密炼生产线的先进性能、提高生产效率和混炼质量显得格外重要。

影响混炼胶质量均一性的因素主要有:原材料质量、配合剂称量精度及混炼方式。影响混炼效率的因素主要有密炼机容量、转子转速及炭黑输送速度等。本文简单介绍原材料、混炼控制方式和混炼容量对混炼质量的影响。

1 原材料

原材料质量符合技术要求且质量均一是保证混炼胶质量和均一的前提,其中 NR 和炭黑质量的稳定性尤为关键。

同一厂家生产的不同批次产品或不同厂家生产的原材料,即使质量符合技术要求,也会存在或多或少的质量差异,因此混炼胶原材料生产厂应尽量选用产品质量稳定、信誉好、规模大和行业内地位领先的企业,且每种原材料的供应商应尽可能少,每次采购数量也不能太小。原材料厂家频繁更换或进料批量过小,对混炼胶质量的稳定性具有潜在的危害。

目前,轮胎生产企业普遍采用标准颗粒橡胶

进行生产,标准橡胶加工性能及混炼工艺性能均较好,大部分不需单独塑炼,可直接用于混炼,在混炼初期得到初步塑炼然后在与炭黑、配合剂混合的过程中进一步塑炼即可。由于产地、橡胶树品质、树龄及加工方式等因素的影响,标准橡胶的粘度和加工性能往往相差较大,极易导致混炼胶粘度出现波动,甚至影响胶料质量和混炼效率,因此应首选粘度稳定且质量符合技术要求又具有良好加工性能的橡胶,条件允许时可固定厂家。

研究表明,生胶的温度对混炼输入功率和混炼质量均有影响,温度为 20~40℃ 时,混炼输入功率较高,即在同样转子转速下,生胶受到的剪切作用较大,混炼效果也较好。

对于转速高且容量大的密炼机,混炼时间短、单位时间内填充的炭黑量也大,一般应采用污染小和输送性能好的湿法造粒炭黑。为满足良好的输送、细粉含量、加热减量 and 粒子破碎强度等与输送性能有关的项目均应严格控制。炭黑造粒均匀性差、细粉含量高或含有杂物及结块时,会影响正常的物料输送,甚至引起管路堵塞并导致不能连续生产。炭黑细粉含量高会影响炭黑的分散,延长炭黑与橡胶的结合时间,降低混炼效率和质量。炭黑的粒子破碎强度过小,输送过程中粒子易破碎,影响输送性能;破碎强度过大,影响炭黑的分散均匀性,胶料中易存在有不能分散的炭黑粒子,严重影响胶料质量。加热减量高说明其水分含量大,会使炭黑输送困难,粘附炭黑秤和加料管道,导致添加的炭黑量不够,而且会延长混炼时间。

作者简介:惠炳国(1970-),男,山东安丘人,青岛黄海橡胶集团有限公司工程师,学士,主要从事全钢载重子午线轮胎配方设计和工艺技术管理工作。

2 混炼控制方式

在原材料质量稳定且符合要求、配合剂称量误差小的前提下,合适的混炼控制方式对保证混炼胶的质量至关重要。长期以来,胶料混炼过程主要采用时间或温度(针式热电偶或红外测温仪)控制,但这两种控制方式均存在缺陷,主要是过分依赖于密炼机的类型、规格、质量状况及热电偶的型号、种类、位置和质量状况。而能量控制方式能使不同批料质量相近,因此现在许多大型轮胎公司采用能量控制方式排料,其中一些重要步骤采用功率和时间作为辅助控制加料条件。

2.1 时间-温度控制方式

一般密炼机侧壁和卸料门上均设有热电偶用于测量混炼过程中胶料的温度,但由于混炼时胶料经过转子和密炼室壁间隙时相互之间的强烈剪切挤压作用,热电偶端部突出过长容易折断,突出过短则测量温度较实际值低,因此侧壁测量点的温度一般偏低,测量效果不如卸料门,只能用于参考。

采用时间-温度控制方式时,一般用时间控制加料条件,温度作为排料条件。实际生产中发现热电偶稳定性较差,混炼同一批料时经常出现有的混炼时间偏短有的混炼时间偏长,导致混炼胶质量波动较大。

当交班或维修密炼机长时间停机后再开始使用时,密炼机起始温度低,第 1 车胶料温度上升较慢,从第 2 车胶料开始起始温度升高,若采用时间-温度混炼控制方式,容易使第 1 车胶料粘度偏低。

起始温度为常温的密炼机采用时间-温度控制混炼方式,设定排胶温度为 155 ℃、最短混炼时间为 2 min、最长混炼时间为 2.8 min,密炼机转子转速为 50 r·min⁻¹,连续混炼 6 车胶料。6 车胶料时间-温度控制方式混炼测试结果如表 1 所示。第 1 车胶料混炼时温度上升缓慢,在温度未达到 155 ℃时达到最长混炼时间排料,功率记录仪显示与其它 5 车胶料相比,其能量消耗最大,虽未达到排胶温度但胶料已经过炼,粘度测定值也最低。

2.2 能量控制方式

采用能量控制方式能精确控制混炼胶质量并改善不同批料间的均一性,使混炼质量与密炼机种类和工作状况关系不大。首先采用温度控制方

表 1 时间-温度控制方式混炼测试结果

项 目	1#	2#	3#	4#	5#	6#
排胶温度/℃	149	155	158	159	155	155
混炼时间/min	2.83	2.35	2.00	2.00	2.50	2.01
能耗/(kW·h)	17.2	14.5	15.0	15.5	15.7	15.1
胶料门尼粘度						
[ML(1+4)100 ℃]	59	72	71	69	65	71

式进行胶料混炼,选择混炼胶质量合格的每一个混炼过程,对功率曲线积分,计算每个混炼过程的能量,其平均值就是能量控制方式要求的混炼能量。

混炼过程中的能耗主要用于对生胶的剪切和挤压(使其分子链断裂)、填料和油等配合剂的分散及混合,混炼胶门尼粘度与能耗成正比。

混炼过程有几个功率峰值,无论炭黑与生胶一起还是单独加入,压砣加压后混炼功率都会迅速升高,在达到一个最大值后,逐渐趋于平稳或下降。对于含油料的胶料,尤其是油料用量较大的胶料,开始时油料附着在胶料表面,混炼功率和温度下降,油料开始混入胶料后混炼功率和温度升高,然后再下降。

对于同一种密炼机,即使容量不同,当作用于单位质量或体积胶料的功相同时,混炼胶的门尼粘度也会非常接近且与转子转速关系很小,只是排胶温度和混炼时间有变化。

GK255N 密炼机采用能量控制方式,在能耗为 15.0 kW·h 时排料,混炼两批胶料,每批 7 车胶料,第 1 批胶料密炼机转子转速为 50 r·min⁻¹,第 2 批为 60 r·min⁻¹,结果如表 2 和 3 所示。从表 2 和 3 可以看出,转子转速增大后,平均排胶温度略有升高,混炼时间缩短,而平均门尼粘度没有变化。

2.3 时间-温度与能量控制方式比较

采用时间-温度和能量控制方式各混炼 4 车料,混炼前密炼机停机 30 min,试验结果如表 4 所示。采用时间-温度控制方式混炼时,第 1 车胶料混炼时间最长且能耗最大,胶料的门尼粘度也最低;与采用能量控制方式混炼的 4 车胶料相比,批料间的门尼粘度值波动较大。采用能量控制方式混炼的 4 车胶料排胶温度波动相对较大(14 ℃),但门尼粘度均一性较好。

分别采用时间-温度和能量控制方式进行多批次胶料混炼,对终炼胶分别进行硫化特性和门

表 2 转子转速为 50 r · min⁻¹ 的胶料门尼粘度

序号	排胶温度/℃	混炼时间/min	门尼粘度[ML(1+
			4)100 ℃]
1#	147	2.75	42
2#	151	2.67	44
3#	155	2.67	45
4#	157	2.25	43
5#	153	2.67	45
6#	156	2.70	47
7#	154	2.00	42
平均	153	2.67	44

表 3 转子转速为 60 r · min⁻¹ 的胶料门尼粘度

序号	排胶温度/℃	混炼时间/min	门尼粘度[ML(1+
			4)100 ℃]
1#	151	2.08	43
2#	158	2.08	43
3#	161	2.00	41
4#	158	2.08	45
5#	160	2.08	47
6#	158	2.33	45
7#	159	2.18	47
平均	158	2.12	44

表 4 时间-温度和能量控制方式的混炼性能对比

项 目	时间-温度控制				能量控制			
	1#	2#	3#	4#	1#	2#	3#	4#
排胶温度/℃	148	155	155	156	146	155	160	159
混炼时间/min	2.62	1.67	2.00	1.83	1.70	2.00	1.78	1.78
能耗/(kW · h)	10.2	9.9	9.9	9.8	9.5	9.5	9.5	9.5
门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]	51	64	65	62	65	62	63	63

尼粘度测试,结果表明,与采用时间-温度控制方式混炼相比,能量控制方式混炼胶料的 M_L , M_H 及门尼粘度值波动较小,批料间质量一致性较好。

3 混炼容量

最佳混炼容量应根据密炼机容量、胶料密度、门尼粘度及混炼升温速度等综合确定。采用最佳混炼容量混炼胶料可以在混炼胶质量指标满足要求的同时保证最大的生产效率,最大限度地提高设备利用率。

密炼机容量和填充因数较难确定,尤其填充因数必须通过大量试验才能确定。试验时填充因数一般以 0.75 为基准。

填充因数与转子形状、压砵压力及形状、压砵落下后的位置等均有关系。填充因数太大,胶料难以在短时间内充分分散,对于二段母炼或终炼还会出现加入母炼胶后压砵下压需要经过一段时间才能到位的现象;填充因数太小则不能充分利用设备。应综合考虑炭黑品种、用量、生胶品种及混炼胶粘度要求等条件,在设备及工艺条件许可的前提下,尽量提高填充因数以提高生产效率。混炼生热低、升温速度慢的软质胶料时,可适当增大填充因数,而新胶料的填充因数可以参考性能与密度相似的胶料确定。

新密炼机的容量可以从设备文件中得到,而

旧密炼机由于转子和混炼室壁的磨损,相对较难确定。胶料混炼时,密炼机使用一段时间后,若平均混炼时间或质量有明显变化,则应重新调整混炼容量,适当增大胶料的填充因数。

4 改善混炼质量的方法

加料顺序等混炼工艺对混炼效率和质量有很大影响,因此,必须采用科学的混炼工艺,以下为制定胶料混炼工艺应注意的几个问题。

(1)对于 NR 用量较大、使用 110 系列硬质炭黑或炭黑用量较大、油料用量小甚至无油料配方,生胶应先单独加入进行预塑炼,同时使用塑解剂,以提高 NR 的塑化速度,缩短混炼时间。

(2)若混炼胶为 NR/SR 并用,则应先加 NR。

(3)硬脂酸和防老剂等熔点或软化点较低的配合剂具有润滑作用,加入过早会阻碍炭黑与胶料的混合,与炭黑同时加入会延长达到最大混炼功率的时间。防老剂在混炼早期加入会影响生胶塑炼,因此硬脂酸和防老剂应在加油料或提压砵时加入,这样既提高混炼效率,又不延长混炼时间。

(4)对于炭黑填充量大且混炼时升温快的胶料,应采用多段混炼。一方面防止混炼过程中胶料升温太快和太高,另一方面可保证炭黑得到充分分散,降低胶料的门尼粘度。

(5)提高密炼机转子转速可增大对胶料的剪

切作用并促进配合剂分散、缩短混炼时间和提高生产效率,因此混炼母炼胶时应选择较高转速,而终炼时因混炼温度限制,转子速度不能太高。

转子形状对配合剂的分散和混炼温升有十分显著的影响。传统 4 棱转子对胶料剪切作用强,功率输入高,胶料温升速度快,适合于母炼,转子转速不宜太大,一般应不大于 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。能改善配合剂分散效果的 ZZ2 转子功率输入适当,胶料温升速度慢,可高速混炼,适于母炼和终炼,母炼时转子转速可达 $50 \sim 60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,终炼时一般不大于 $30 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。啮合式转子具有低温时吃料快、功率输入高的特点,适用于白炭黑胶料的母炼。

若密炼机为直流电机驱动且能无级变速,则可采用变速混炼。混炼末期降低混炼速度可有效降低混炼温度上升速度和能耗、改善混炼效果。

(6) 压砵压力应达到要求且混炼过程中应有提压砵的过程,尤其是终炼时应反复提压砵,以使配合剂更好地分散并减缓胶料温升。

(7) 对于全钢子午线轮胎钢丝附胶等硫黄用量大且混炼温升速度快的配方,终炼时胶料温度应控制在 105°C 以下, $105 \sim 115^\circ\text{C}$ 时的混炼时间应尽可能短,严禁混炼温度超过 115°C 。

(8) 使用 N660 等软质炭黑的胶料混炼时,油料加入太晚会降低混炼效果并延长混炼时间。

(9) NR 含量高的胶料混炼结束排料时,由于胶料粘性大易粘在压砵上,因此应定期清理压砵,以防止混料。

(10) 下辅机为螺杆挤出机时,换料必须有足够的时间,以使胶料从挤出机中排净,防止混料。

(11) 安排生产计划时,配方组成或粘度相差较大的胶料,如合成胎面胶和钢丝附胶等混炼时应避

免相邻。由于胶料性能相差较大,若排不净料而导致混料,即使混入量非常小也会影响胶料性能。

(12) IIR(如胶囊和内胎胶料)必须在指定的专用密炼机中混炼。

(13) 混炼 CIIR 或 BIIR 内衬层胶后必须安排清洗。

5 设备要求

为保证生产的顺利进行和混炼胶的质量,必须保证设备处于正常状态,各种称量器具、温度控制装置等准确无误,以下为对密炼机的要求。

(1) 测量胶料温度的热电偶应处于良好状态,为准确测量胶料的温度,每月应校正一次。

(2) 在温度超过报警温度时,高温报警装置应能发出声音报警,并做出相应的提示。

(3) 冷却水温控装置必须处于良好状态,合适的冷却温度可以加速配合剂的分散、减轻配合剂与混炼室壁及转子的粘附和提高混炼效率,同时还能有效控制混炼过程中温度的升高。

(4) 密炼机应安装功率记录仪,记录混炼过程中的功率曲线,以便通过功率曲线判定混炼过程是否正常。

(5) 压砵压力显示应与实际值相符,无论是气压还是液压均应保证压力相对稳定。

6 结语

通过分析混炼过程中对混炼胶质量的影响因素、合理安排加料顺序和改善混炼工艺,可充分发挥密炼生产线功能,在保证混炼胶质量及质量均一性的前提下,提高设备生产能力并减小能耗。

收稿日期: 2006-07-02

风神公司 45/65—45 58PR 巨型无内胎 工程机械轮胎批量出口

中图分类号: U463.341⁺.5 文献标识码: D

近日,风神轮胎股份有限公司 45/65—45 58PR L-5(G-24) 巨型无内胎工程机械轮胎正式投产,目前已生产了 60 多条轮胎,出口到多个国家和地区。

该轮胎标准轮辋为 36.00/4.5,充气断面宽为 $(1\ 143 \pm 40) \text{ mm}$,充气外直径为 $(2\ 733 \pm 41) \text{ mm}$,在速度为 $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 、气压为 675 kPa 时,负荷为 $50\ 000 \text{ kg}$ 。

该轮胎属于超加深花纹轮胎,为 WA800 巨型装载机配套,主要用于矿山、煤田等苛刻恶劣作业环境。轮胎胎体采用 1870dtex/2 锦纶 66 浸胶帘布,多钢圈结构,坚固耐用;胎面胶采用超强耐磨、抗切割工程机械轮胎胎面胶,平滑的加厚胎面使轮胎具有优异的抗切割、耐磨和抗刺扎性能。

(风神轮胎股份有限公司 何红卫供稿)