

中心分流式低温一步法混炼工艺

刘 强, 赵建林, 单 震, 姚 明, 李万顺
(山东八一轮胎制造有限公司, 山东 枣庄 277800)

摘要: 介绍中心分流式低温一步法混炼工艺及其优势。中心分流式低温一步法混炼工艺是将传统的多段混炼工艺有机组合为一步混炼工艺: 胶料在密炼机中混炼后排入开炼机冷却, 通过中央输送系统对称分配到周围多个开炼机上, 加入硫磺和促进剂等。与传统的多段混炼工艺相比, 该工艺能耗降低27%, 生产效率提高200%, 产能提高1.5倍, 胶料均匀性和加工性能改善, 尤其适用于添加白炭黑的低滚动阻力轮胎胶料混炼。

关键词: 低温一步法混炼工艺; 中心分流式; 密炼机; 开炼机

近年来, 我国轮胎行业通过引进技术和自主创新进行产业升级改造, 取得了突飞猛进的发展, 我国已成为轮胎生产大国, 轮胎产业也成为我国的战略性支柱产业。但我国还不是轮胎生产强国, 在轮胎设计、生产工艺、生产效率、质量控制、试验技术和产品档次等方面与国外相比还存在一定差距, 特别是能源消耗(电和蒸汽消耗尤为突出)一直居高不下, 且随着行业规模的不断扩大, 能源消耗逐年急剧增长(轮胎行业及橡胶制品业能源消耗量折合标煤量为: 2006年约460万t, 2007年约560万t, 2008年约670万t, 2010年约1080万t以上), 不但增加了企业成本, 减弱了产品竞争力, 也与当前国家提倡的低碳经济、绿色制造科学发展观越来越不协调, 成为制约行业健康、可持续发展的瓶颈。

胶料混炼是轮胎生产能耗较大和产品质量控制的重要工序。低温一步法混炼工艺可大幅度提高炼胶效率和产能, 大幅度提升终炼胶质量及其稳定性, 从而显著提高轮胎性能, 从根本上提高企业的竞争力。低温一步法混炼工艺已列入国家“十二五”发展规划。现将我公司与特拓(青岛)轮胎技术有限公司开发的中心分流式低温一步法炼胶工艺(以下简称低温一步法混炼工艺)简介如下。

1 实施意义

从工艺流程分析, 胶料混炼是轮胎流程化生产过程中的关键环节, 混炼胶质量直接关系到压延、挤出等后道工序的正常进行和轮胎产品质量。

传统的多段混炼工艺缺点为: ①炼胶质量和生产效率无法兼顾, 在多段高温混炼中热氧老化作用明显, 橡胶性能损失较大; ②多次将胶料投入密炼机中混炼, 每次混炼胶都要经过升温、压片、冷却、停放等步骤, 完成整个炼胶过程周期长, 工艺步骤多, 产能比较低, 能源消耗量极大, 胶料质量波动大。这些问题已经影响轮胎行业产品质量的提升。

另外, 2009年欧洲推出轮胎标签法规, 其后日本、美国等也推出了轮胎标签法规, 这些法规的核心内容就是对输入轮胎进行滚动阻力、湿抓着性能、噪声3项性能进行分级。而要降低轮胎滚动阻力和提高湿抓着性能, 在胶料加入大量的白炭黑不可避免, 传统的混炼工艺难以实现白炭黑的良好分散。

为此, 我公司与特拓(青岛)轮胎技术有限公司共同合作开发了低温一步法混炼工艺, 项目建设的目标是借鉴国际先进的炼胶工艺技术, 建成国内首创、国际领先的全自动低温一步法混炼工艺系统。

低温一次法混炼工艺可以很好解决传统的多段混炼工艺存在的问题，其优势如下：混炼质量和生产效率得以兼顾，生产效率提高200%，产能是传统混炼工艺的2.5倍，能耗降低27%；混炼胶均匀性好，稳定性大幅提升；全自动生产，操作人员少，劳动强度低，厂房占地面积至少减小15%；直接产出终炼胶；生产环节大大减少，便于质量控制和管理，特别适合添加白炭黑胶料的混炼，是生产低滚动阻力轮胎的首选炼胶工艺。

2 工艺步骤

传统的多段混炼工艺流程和低温一步法混炼工艺流程分别如图1和2所示。传统的炼胶工艺大多为3段混炼工艺，胶料3次或更多次进入密炼机，反复加温和冷却，耗用大量能量。低温一步法混炼工艺是胶料在密炼机中混炼后排入开炼机冷却，再通过中央输送系统对称分配到周围多个开炼机上，完成硫磺和促进剂等的加入，直接得到终炼胶，生产过程完全自动化。

3 工艺原理

低温一步法混炼技术需要配方、工艺和设备三位一体的配合才能达到最佳效果。设备始终为工艺服务，而配方和工艺密不可分。

低温一步法混炼工艺技术是密炼工艺技术、开炼机冷却工艺技术、开炼工艺技术和输送工艺技术的结合，其特点是保证混炼胶质量的可重复性和一致性。通过优化密炼机、开炼机、输送装置等工艺

参数，使混炼胶质量和产能达到最佳平衡。低温一步法混炼工艺尤其可准确控制白炭黑胶料的偶联反应，充分发挥白炭黑的性能优势。

与传统的多段混炼工艺不同，低温一步法混炼工艺在密炼机中只完成胶料的初步混合，填充

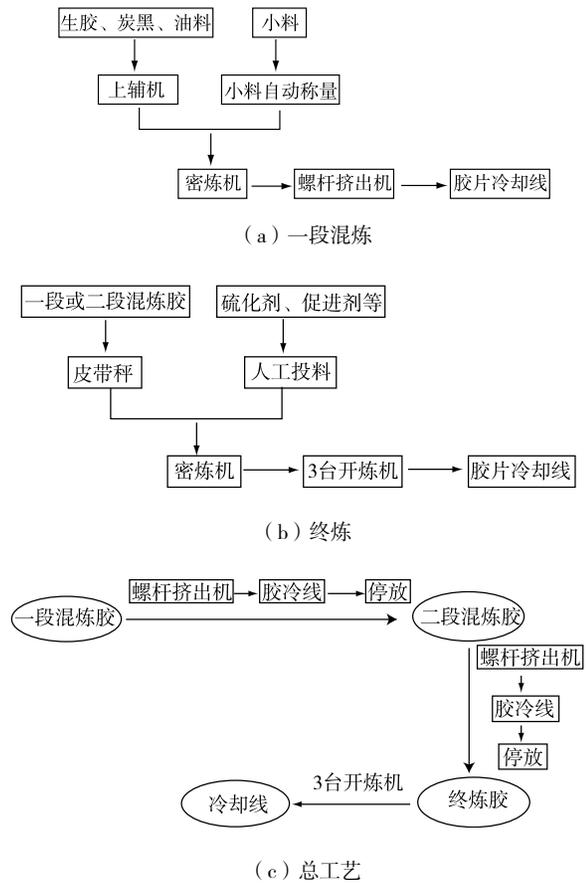


图1 传统多段混炼工艺流程示意

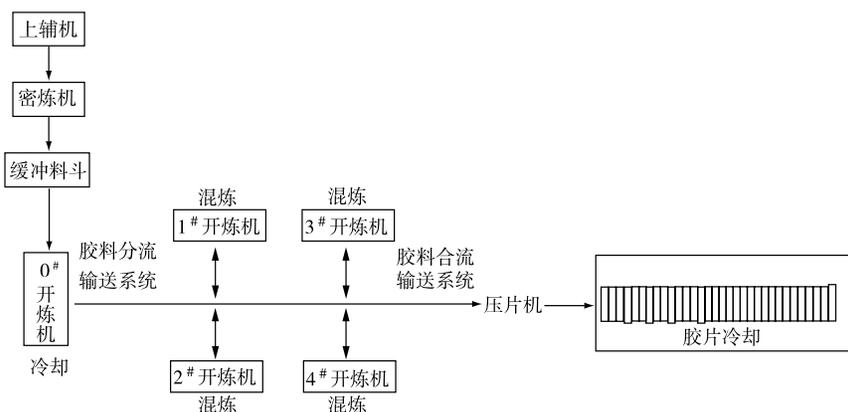


图2 中心分流式低温一步法混炼工艺流程示意

剂(炭黑、白炭黑)和其它助剂的分散均通过开炼机完成。开炼机可以保证胶料在高速、长时间混炼条件下有效冷却,不会导致温升过高,减少了橡胶分子氧化和凝胶产生。开炼机的辊速、辊速比、辊距和混炼时间是重要的工艺参数。低温一步法混炼工艺的开炼机辊速高,胶料在开炼机上冷却或混炼时需要多次调整辊速和辊距。

混炼温度是影响胶料性能的重要工艺参数,加入硫化助剂时必须严格控制。在低温一步法混炼工艺中,必须保证在不超过1个密炼周期的时间内在冷却开炼机上将胶料冷却到规定温度。因此,在冷却和混炼开炼机系统中辊温控制、翻胶皮带系统、大型冷却鼓等必须能够保证胶料高效冷却和高速混炼。

另外,胶料中的白炭黑偶联反应程度由反应温度和时间来决定,胶料反应(混炼)温度过高会引起偶联剂过度反应,产生凝胶,影响胶料加工性能并且容易造成产品外观不良;胶料反应(混炼)温度过低或反应时间过短则降低轮胎耐磨性能和增大滚动阻力。

胶料的流动性即加工性能可以通过调整开炼机辊温、辊距和混炼时间来控制。为了保证低温一步法混炼系统的高质和高效运行,上辅机系统的物料称量和投入必须准确和快速。为保证高度自动化运

行,低温一步法混炼工艺生产线采用自动化控制系统。控制系统的硬件和软件设计以充分发挥低温一步法混炼工艺的特点及实现胶料质量最佳为目的。

4 胶料性能

以我公司低温一步法混炼工艺生产线和传统的多段混炼工艺生产线实际生产的胶料为例,讨论低温一步法混炼工艺对提高胶料性能的作用。

(1) 硫化特性

通过同一配方、不同批次混炼胶的实测硫化曲线得出,低温一步法混炼工艺胶料硫化曲线的重现性较传统的多段混炼工艺好。

(2) 分散性

低温一步法混炼工艺和传统的多段混炼工艺胶料的分散性对比如表1所示。可以看出,低温一步法混炼工艺胶料分散性较传统的多段混炼工艺明显提高。

另外,低温一步法混炼工艺胶料切面光滑、细密,没有明显的小料颗粒。

(3) 物理性能

我公司采用低温一步法混炼工艺与传统的多段混炼工艺制备的同一配方胶料物理性能对比如表2所示。可以看出,低温一步法混炼工艺胶料的定伸应力和拉伸强度有一定程度提高。

表1 低温一步法混炼工艺与传统的多段混炼工艺胶料分散性对比

胶料编号	胶料名称	白点面积(平均值)/%		分散性指数	
		传统的多段混炼工艺	低温一步法混炼工艺	传统的多段混炼工艺	低温一步法混炼工艺
Q113	胎面胶	3.76	1.49	89	96
Q117	胎面胶	4.42	2.52	87	93
Q112	胎面胶	3.70	2.89	89	92
Q212	胎侧胶	7.96	4.25	77	88
Q411	上三角胶	10.37	6.29	70	82
Q421	下三角胶	5.64	4.50	84	87

表2 低温一步法混炼工艺与传统的多段混炼工艺胶料物理性能对比

项目	低温一步法混炼工艺	传统的多段混炼工艺
硫化仪数据(151℃)		
M_L /(dN·m)	6.39	5.10
M_H /(dN·m)	27.31	27.10

续表2

项 目	低温一步法混炼工艺				传统的多段混炼工艺			
t_{30}/min	6.38				7.90			
t_{60}/min	7.80				9.60			
t_{90}/min	11.55				14.40			
硫化时间(151℃)/min	20	30	40	60	20	30	40	60
邵尔A型硬度/度	77	78	78	77	77	76	76	76
100%定伸应力/MPa	4.8	4.4	4.4	4.1	3.8	4.1	4.0	4.0
300%定伸应力/MPa	19.0	18.8	19.2	17.9	14.5	15.3	15.9	15.6
300%定伸应力/100%定伸应力	4.0	4.3	4.4	4.4	3.8	3.7	4.0	3.9
拉伸强度/MPa	21.3	21.5	21.7	15.4	17.7	16.2	17.7	15.0
拉断伸长率/%	328	343	339	335	378	319	337	330
回弹值/%	40				36			
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	41				45			
密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	1.162				1.165			
100℃×48h老化后								
邵尔A型硬度/度	83				82			
100%定伸应力/MPa	7.0				6.5			
拉伸强度/MPa	15.4				15.0			
拉断伸长率/%	214				240			

5 结语

我公司低温一步法混炼工艺获得山东省科技创新

一等奖, 目前已有2条低温一步法混炼工艺生产线投入使用。2013年我公司大部分胶料在低温一步法混炼工艺生产线上生产, 混炼胶质量和产量显著提高。

Single Step Mixing Process at Low Temperature with Symmetrical Distribution System

Liu Qiang, Zhao Jianlin, Shan Zhen, Yao Ming, Li Wanshun
(Shandong Bayi Tire Manufacturing Co., Ltd., Zaozhuang 277800, China)

Abstract: The single step mixing process at low temperature with symmetrical distribution system is introduced in this paper. In the process, the compound is firstly mixed in the internal mixer and cooled on the open mill, and then distributed to a number of open mills, where the sulfur and accelerators are added. Compared with conventional multi-stage mixing process, the new process reduces energy consumption by 27%, increases productivity by 200% and capacity by 150%. With the new process, the uniformity and rubber processing performance are also improved. This process is especially suitable for production of low rolling resistance tire by using silica.

Keywords: single step mixing process at low temperature; symmetrical distribution system; internal mixer; open mill