

胶料混炼方式对胎面气孔率的影响

崔轶, 焦文秀, 董凌波, 刘华龙

(三角轮胎股份有限公司, 山东 威海 264200)

摘要:分析验证了轮胎胎面半成品挤出时产生气孔的本质。对比了胶料混炼方式, 包括: 转子类型、下密炼机开口设计方式、保温工艺、混炼时间、加料顺序等对挤出胎面时气孔率的影响。试验结果表明, 在相同挤出工艺条件下, 密炼机转子类型对胎面气孔率差异有决定性影响。

关键词:胎面; 胶料混炼; 气孔率; 挤出; 啮合型转子; 剪切型转子

中图分类号: TQ330.6⁺3

文献标志码: B

文章编号: 1006-8171(2019)12-0749-03

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2019.12.0749



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

胎面挤出是轮胎制造过程中的重要工序之一, 胎面挤出的尺寸和质量稳定性对成品轮胎的质量有着重要影响。气孔率直接影响胎面半成品质量, 且气孔的存在会影响成品轮胎的耐磨性能, 易导致崩花、掉块和花纹沟裂等问题。因此减小挤出胎面半成品气孔率是一个重要课题^[1]。

造成挤出胎面产生气孔的原因很多, 包括胶料配方、混炼胶质量以及挤出工艺等^[2]。白炭黑与硅烷偶联剂反应产生的小分子, 会使胶料内部产生大量气孔^[3]。要提高橡胶制品的加工质量, 必须重视胶料的混炼。

本工作研究胶料混炼方式对胎面气孔率的影响。

1 实验

1.1 试验方案

1.1.1 生产方式

分别使用1[#]密炼中心和2[#]密炼中心生产的胎面胶在A和B两条挤出线挤出, 试验方案见表1。

1[#]密炼中心混炼方式如下: 密炼机类型 GK320串联式密炼机, 转子类型 啮合型转子(PE S5); 下密炼机设计方式 无压砣, 敞口, 恒温控制; 混炼时间 约210 s; 加料顺序 生胶、小料、炭黑、白炭黑和氧化锌一起投入。

作者简介: 崔轶(1982—), 男, 山东莱芜人, 三角轮胎股份有限公司工程师, 硕士, 主要从事轮胎配方设计及工艺管理工作。

E-mail: cayan_cui@163.com

表1 试验方案

项 目	试验编号			
	A1	A2	B1	B2
密炼中心编号	1 [#]	2 [#]	1 [#]	2 [#]
胎面挤出线	A	A	B	B

注: 相同挤出线的胎面挤出工艺相同。

2[#]密炼中心混炼方式如下: 密炼机类型 BB270型密炼机, 转子类型 剪切型转子(4WN); 下密炼机设计方式 下部为挤出机, 无恒温控制; 混炼时间 160 s; 加料顺序 生胶、小料和氧化锌先投入, 压砣1次后再加入炭黑和白炭黑。

A挤出线工艺参数: 胎面规格 12.00R20, 螺杆转速 22 r·min⁻¹, 机头压力 5.2 MPa; B挤出线工艺参数: 胎面规格 10.00R20, 螺杆转速 18 r·min⁻¹, 机头压力 7.9 MPa。

1.1.2 下密炼机开口、保温设计

针对2个密炼中心下密炼机开口设计方式及恒温设计的不同, 进行以下方案试验: C1—1[#]密炼中心正常混炼工艺, D1—1[#]密炼中心取消下密炼机混炼; C2—2[#]密炼中心正常混炼工艺, D2—2[#]密炼中心增加提压砣、保温过程。

1.1.3 混炼时间

采用2[#]密炼中心进行不同混炼时间的试验, E2工艺如下: 加入生胶、小料和氧化锌→压砣(20 s)→加入炭黑和白炭黑→压砣(35 s)→提压砣→压砣(20 s)→提压砣→压砣(50 s)→排胶(时间为12 s, 温度为150 ℃)。

F2工艺如下: 加入生胶、小料和氧化锌→压压

砵(20 s)→加入炭黑和白炭黑→压砵(35 s)→提压砵→压砵(30 s)→提压砵→压砵(50 s)→排胶(时间为12 s,温度为150 ℃)。

1.1.4 加料顺序

采用2[#]密炼中心进行不同加料顺序的试验,G2工艺如下:加入生胶、小料、炭黑、白炭黑和氧化锌→压砵(30 s)→提压砵→压砵(20 s)→提压砵→压砵(50 s)→排胶(时间为12 s,温度为150 ℃)。

1.2 气孔率测算方法

设取样质量为 a ,则气孔率(r)计算公式为

$$r = \frac{V_k}{V_z} = \frac{V_z - V_j}{V_z} = \frac{a/\rho_1 - a/\rho_2}{a/\rho_1} = \frac{1/\rho_1 - 1/\rho_2}{1/\rho_1} \times 100\%$$

式中, V_k 为气孔体积, V_z 为挤出胎面体积, V_j 为挤出胶料体积, ρ_1 为利用排水法测量胎面断面的表观密度, ρ_2 为利用布拉本德方法测量挤出后胎面胶密度。

2 结果与讨论

2.1 生产方式

生产方式对胎面气孔率的影响见表2。

表2 不同生产方式胎面气孔率测试结果

项 目	试验编号			
	A1	A2	B1	B2
$\rho_1/(\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3})$	1.119	1.108	1.121	1.110
$\rho_2/(\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3})$	1.136	1.130	1.133	1.132
$r/\%$	1.50	1.94	1.06	1.94

由表2可见:A2较A1胎面气孔率大0.44%,B2较B1胎面气孔率大0.88%,说明相同胎面挤出条件下1[#]密炼中心比2[#]密炼中心生产的胶料半成品气孔率低;挤出线不同时,1[#]密炼中心胶料的胎面气孔率差异为0.44%,2[#]密炼中心胶料的气孔率相同。

2.2 混炼方式

不同密炼中心生产的胶料无压硫化前后表观密度测定结果见表3,硫化胶切面对比见图1。

由表3可见,无压硫化后,2[#]密炼中心生产的胶料表观密度下降率远大于1[#]密炼中心生产的胶料,反映出其胶料内部气孔较多。

由图1可见,与1[#]密炼中心胶料相比,2[#]密炼中

表3 胶料表观密度测定结果

项 目	1 [#] 密炼中心	2 [#] 密炼中心
硫化前表观密度/ $(\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3})$	1.135	1.132
硫化后表观密度/ $(\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3})$	1.038	0.642
硫化前后表观密度下降率/%	8.55	43.29

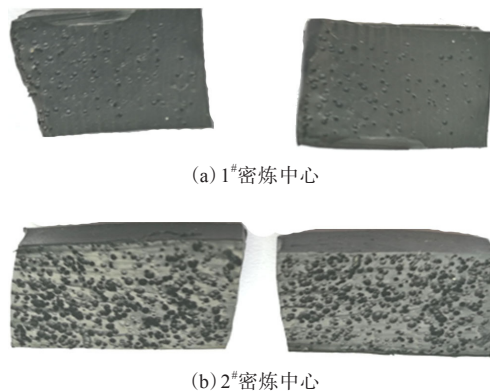


图1 硫化胶切面对比

心胶料硫化后气孔数量多且孔径大。说明胶料中高温易气化的小分子含量较大。原因可能为,胶料中含有白炭黑和硅烷偶联剂,在胶料混炼过程中,白炭黑与硅烷偶联剂反应产生乙醇等小分子物质。此类小分子物质若不能及时排除,将会溶解于橡胶之中,而挤出时产生的高温,会使此类小分子气化,从而使半成品产生气孔。因此,胶料混炼方式影响了胶料中易气化小分子含量。

分析可知,对胶料气孔率影响最大的因素为两个密炼中心不同转子的类型。

胶料在剪切型转子(4WN)密炼机中主要承受转子棱峰与内壁之间的剪切作用,胶料在流经棱峰与内壁之间时会有一定的挤压作用,但剪切力远大于挤压力;而胶料在啮合型转子(PES5)密炼机中主要承受转子棱峰啮合区的挤压力,同时伴有一定剪切力,但棱峰与内壁的剪切力很小。因此,对于啮合型转子密炼机,胶料受到的挤压力大于剪切力,而剪切型转子密炼机剪切力大于挤压力。

混炼温度达到100 ℃以上时小分子气化,此时挤压力较剪切力可以更有效地将胶料内部气体挤压排除。由于啮合型转子密炼机剪切力小和散热性能好,达到相同排胶温度,混炼时间一般较长,较长的混炼时间配合有效排除气体的挤压力,使得胶料内部易气化小分子可以更多地排出。因此与剪切型转子(4WN)密炼机相比,使用啮合型转子(PES5)密炼机生产的胶料易气化,小分子含量

小,挤出气孔率小。

2.3 下密炼机开口、保温设计

不同下密炼机开口和保温工艺下测试的C1, D1, C2和D2胶料的表观密度分别为0.985, 1.000, 0.763和0.785 $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。由此可以看出,与相应正常混炼工艺相比,1[#]密炼中心取消下密炼机混炼方式和2[#]密炼中心增加提压砣及保温过程后胶料表观密度变化不大。与1[#]密炼中心胶料相比,2[#]密炼中心胶料表观密度依然较小。

2.4 混炼时间

不同混炼时间的胶料E2和F2的表观密度分别为0.698和0.680 $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。由此可见,不同混炼时间胶料无压硫化后表观密度变化不大,说明胶料混炼时间对胶料气孔率的影响不大。

2.5 加料顺序

不同加料顺序的E2和G2胶料的表观密度分别为0.708和0.693 $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。由此可见,不同加料顺序的胶料无压硫化后的表观密度相差不大,说明加料顺序对胶料气孔率基本无影响。

3 结论

(1) 不同密炼中心生产的胶料在挤出时,胎面半成品气孔率存在明显差异。使用啮合型转子(PES5)混炼时,胶料受到的挤压力大于剪切力,更有利于将胶料内部的气体挤压排除,因此,啮合型转子生产的胶料易挥发,小分子含量更小,是两密炼中心生产的不同胶料挤出后胎面半成品气孔率差异的主要原因。

(2) 胶料混炼的下密炼机开口设计方式、保温工艺、混炼时间和加料顺序对胶料中小分子含量的影响较小。

参考文献:

- [1] 王连勇,邵志勇,李培军.应用炭黑分散剂降低胎面胶气孔的研究[A].第15届中国轮胎技术研讨会论文集.青岛:2008:111.
- [2] 王中江,郑涛,李民军,等.SSM一步法炼胶工艺对胎面气孔率的影响[J].轮胎工业,2017,37(1):40-43.
- [3] 边慧光,田晓龙,汪传生,等.硫化温度对白炭黑填充胎面胶性能的影响[J].橡胶工业,2018,65(2):216-218.

收稿日期:2019-07-27

固铂Roadmaster系列增加7种规格 转向轮胎

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2019年10月1日报道如下。

固铂轮胎和橡胶公司新款Roadmaster RM832 EM转向轮胎(见图1)已通过SmartWay认证,该轮胎胎面花纹深度为14.29 mm,可提高燃油效率和延长翻胎前行驶距离。



图1 Roadmaster RM832 EM转向轮胎

固铂称,新款Roadmaster RM832 EM轮胎还改进了胎面设计,并采用了先进的胶料。

据固铂全球载重轮胎业务执行董事Gary

Schroeder所言,Roadmaster RM832 EM轮胎为小型车队和个体运营商提供了远超其价格的性能。

Schroeder称:“Roadmaster RM832 EM轮胎在推出前经过了大量的商业测试。彻底改进了上一代Roadmaster转向轮胎,新的Roadmaster RM832 EM轮胎接地印痕更宽,并重新设计了胎面花纹以确保磨耗均匀。我们还采用了第2代Energy Max混炼技术,从而实现了卓越的燃油经济性。”

Roadmaster RM832 EM轮胎除了宽接地印痕有助于更好地分布负荷之外,新设计的去耦合花纹沟通过使胎肩磨耗最小化,进一步提高了磨耗均匀性。

均匀磨耗及具有4层高强度钢丝帘线束层的轮胎胎体,使得Roadmaster RM832 EM轮胎在其同等价位的轮胎中独树一帜。像所有Roadmaster轮胎一样,该轮胎最大的价值体现在长行驶里程和可翻新性,这正是得益于精心设计的胎体。

新的Roadmaster转向轮胎拥有6年2次翻新保证,现有如下规格:295/75R22.5, 11R22.5, 11R24.5(负荷等级G或H)及285/75R24.5(负荷等级H)。

(马 晓摘译 吴秀兰校)