



橡胶内脱模剂 AT-16 在子午线轮胎胎侧胶中的应用

林世军 武淑珍

(青岛黄海橡胶集团有限责任公司 青岛 266041)

摘要:采用橡胶内脱模剂 AT-16 研制了易脱模子午线轮胎胎侧胶配方,解决了使用胎坯外喷涂剂所存在的一些问题,简化了轮胎的生产工序,提高了子午线轮胎产品的外观合格率,降低了轮胎的综合生产成本。

关键词:内脱模剂;胎侧胶 子午线轮胎;外观缺陷

我公司全钢子午线轮胎系引进意大利倍耐力公司的生产技术,在引进技术的初期阶段对成型后的胎坯并未采用外喷涂工艺,后来由于全钢轮胎的市场需求较旺,给轮胎的生产带来很大的压力,对硫化模具的清洗不够及时,模具的排气孔堵塞严重,导致轮胎成品胎侧部位缺胶较为严重,根据生产的具体情况,公司决定采用对成型后的胎坯涂刷喷涂液,以解决这一问题。采用胎坯外喷涂的工艺在一定程度上缓解了以上存在的问题,但也陆续显示出其副作用的一面,主要问题有:由于全钢生产线无专门的胎坯喷涂设备,使用手工涂刷或喷壶喷涂,使用喷涂液的量很难掌握,有时每条胎坯的实际外喷涂使用量是最佳用量的两倍多,硫化后的轮胎胎侧部位又出现重皮裂口等质量问题,用户反映强烈;由于无专门的外喷涂设备,外喷涂液使硫化模具更易脏,喷涂液中的炭黑对生产车间的环境污染严重;外喷涂液的价格较高,增加了生产成本。基于以上存在的问题,决定采用橡胶内脱模剂来研制易脱模子午线轮胎胎侧胶配方,同时取消胎坯的外喷涂工艺。

1 实验

1.1 原材料

橡胶内脱模剂 AT-16,江苏卡欧化工有限公

司产品;青岛某公司的橡胶内脱模剂;其它均为橡胶工业常用的原材料。据介绍内脱模剂的成分一般是表面活性剂和脂肪酸钙皂等的混合物。

表 1 两种橡胶内脱模剂的化学分析结果

检测项目	青岛某公司的产品		江苏卡欧化工公司 AT-16	
	标准值	实测值	标准值	实测值
灰分 / %	≤30.0	22.2	≤7.0	6.7
初熔点 / °C	—	90	≥85	95
终熔点 / °C	—	106	≤105	104
加热减量 / %	—	4.0	≤0.5	0.3
150℃挥发分 / %	—	8.0	≤1.5	1.4
pH 值	—	9.9	—	7.9
外观	灰色粉末		乳白色造粒颗粒	

化学分析表明:青岛某公司的橡胶内脱模剂的灰分含量较高,达 22.2%,可能同其使用的无机填料较多有关,江苏卡欧化工公司 AT-16 灰分含量较少,为 6.7% 其有效成分可能相对较高。从灰分分析结果上看,在内脱模剂用量相同时,灰分含量低者,其实际使用效果可能较好。

就 150℃(接近轮胎的硫化温度)的挥发分而言,青岛的内脱模剂挥发份含量高达 8%,从工艺技术角度看,高挥发分的物质较容易给轮胎的成品带进气泡。内脱模剂 AT-16 的挥发分含量较低。

青岛的内脱模剂呈明显的碱性,可能会缩短胶料的焦烧时间。内脱模剂 AT-16 呈弱碱性,一般不会大幅度地缩短胶料的焦烧时间,对胶料硫化初期在模型内的流动有利。

1.2 试验配方

天然橡胶 SMR20 50;顺丁橡胶 BR9000 50;炭黑 N375 30;炭黑 N660 25;芳烃油 10;氧化锌 3.5;硬脂酸 2;酚醛增粘树脂 2.5;橡胶防护剂 5.5;硫黄 1.6;促进剂 0.8;橡胶内脱模剂 2。

针对近年来在全钢子午线轮胎生产过程及成品检查中发现的一些问题。我们决定取消对胎坯进行外喷涂工艺,而是在混炼胶料中以添加内脱模剂的方式,研制易脱模的胎侧胶配方。这样可以适当降低胶料的门尼粘度,尽量延长胶料的焦烧时间,增加胶料的流动性,改善橡胶同金属界面间的滑动性,以减少轮胎成品在胎侧部位出现的缺胶、气泡等缺陷。从这一角度来看,在易脱模胎侧胶配方中使用内脱模剂是十分必要的。内脱模剂之中的一些表面活性剂具有一定的界面润滑作用,可以在轮胎的硫化过程中从内向外迁移,在胶料和模具之间形成特殊的润滑层。一般来说内脱模剂还可以对胶料中的炭黑起到良好的分散作用,对提高胶料的综合物理性能有利。我们选择在原胎侧胶配方中外加 2 份橡胶内脱模剂进行试验。

1.3 主要仪器和设备

MV2000 型门尼粘度计,美国阿尔法公司产品;孟山都 100S 型流变仪,美国孟山都公司产品;T-2000 型电子拉力试验机,美国阿尔法公司产品;DISPERGRADER-1000 自动炭黑分散度试验仪,瑞典 OPTIGRADE 公司产品;1.7L 密炼机,日本神户制钢所产品;GK400N 密炼机,德国 W&P 公司产品。

1.4 胶料的制备和性能测试

试验采用 1.7L 密炼机制备胶料,硫黄和促进剂在开炼机上加入;车间压料采用 GK400N 重型密炼机压料,硫黄和促进剂在密炼机内加入。胶料的性能按相应的国家标准进行测定。

2 结果与讨论

2.1 胶料试验室配合试验的主要物理性能对比

试验室配合试验 1 号配方为不含有橡胶内脱模剂的空白配方;2 号配方为添加 2 份青岛产橡胶内脱模剂的试验配方;3 号配方为添加 2 份橡胶内脱模剂 AT-16 的试验配方,将三种试验配方所压制的混炼胶进行一系列的物理性能对比测试,测得的结果如表 2 所示。

表 2 试验室配合试验胶料的各种性能对比

检测项目	1 号配方	2 号配方	3 号配方
拉伸强度 / MPa	19.2	20.5	20.0
扯断伸长率 / %	646	659	639
100%定伸应力 / MPa	1.5	1.5	1.5
300%定伸应力 / MPa	6.1	6.7	6.4
IRHD 硬度	59	62	58
撕裂强度 / (kN · m ⁻²)	97	111	116
永久变形 / %	10	13	13
门尼粘度 ML ₍₁₊₄₎ 100℃	51	49	45
127℃ 门尼焦烧 T ₅ / min	33.2	24.8	32.5
127℃ 门尼焦烧 T ₃₅ / min	38.5	28.0	38.0
炭黑分散度级别	5.7	5.9	6.3
151℃ 流变仪			
ML	7.5	7.0	6.7
MH	31.9	32.0	28.8
T _{SI} / min	8.5	6.3	7.8
T ₉₀ / min	19.5	13.7	18.2
屈挠性能之割口增长			
450 次 / mm	4.7	5.8	4.5
750 次 / mm	5.9	6.9	6.2
1200 次 / mm	7.3	8.6	7.4
1800 次 / mm	8.4	9.7	8.4
2700 次 / mm	10.3	11.4	9.6
5000 次 / mm	12.4	14.1	11.2
疲劳性能			
拉伸强度 / MPa	18.5	19.1	19.6
扯断伸长率 / %	588	558	640
抗热老化性能			
拉伸强度 / MPa	12.1	11.4	12.9
扯断伸长率 / %	330	305	321
永久变形 / %	2.0	2.0	2.0
IRHD 硬度	67	66	69
300%定伸应力 / MPa	10.9	11.4	11.9
撕裂强度 / (kN · m ⁻¹)	81	63	79

注:硫化胶的硫化条件为 151℃ × 30min;热空气老化条件为 100℃ × 48h

从 151℃ 的硫变仪数据看,使用青岛橡胶内脱模剂的 2 号配方的硫化速度明显加快;从 127℃ 焦烧时间 T₅ 和 T₃₅ 看 2 号配方的焦烧时间明显地缩短。而使用橡胶内脱模剂 AT-16 的 3 号配方并无这一问题出现。这可能是前者呈明显的碱性所致。

使用橡胶内脱模剂 AT-16 的 3 号配方胶料的大多数物理性能均有良好影响。尤其是在焦烧

时间、屈挠性能(抗割口增长)、耐疲劳性能、撕裂和老化后撕裂等关键性指标上要优于 1 号配方和 2 号配方。

在试验室内使用橡胶内脱模剂的 2 号和 3 号配方与不用橡胶内脱模剂的 1 号空白配方相比,试片在硫化后均比较容易脱离硫化模具。

通过对 1 号、2 号、3 号 配方各方面性能的综合分析,我们可以判断使用橡胶内脱模剂 AT-16 的 3 号配方为试验室配合试验的优选配方。

2.2 车间密炼机压料试验

为了更加便于我们观察这两种橡胶内脱模剂的实际使用效果,我们针对这两种橡胶内脱模剂的使用安排了 4 组实际应用对比试验,以帮助我们判断其性能的优劣。第 1 组胶料为不含有橡胶内脱模剂的空白配方;第 2 组胶料为混炼前期加入 2 份青岛产橡胶内脱模剂的试验配方;第 3 组胶料为混炼前期加入 2 份橡胶内脱模剂 AT-16 的试验配方;第 4 组胶料为混炼后期加入 2 份橡胶内脱模剂 AT-16 的试验配方。

从所压的 4 组车间试验胶料中分别随机各抽取一个试验胶料进行性能测试对比,其试验结果如表 3 所示。

试验结果表明,在橡胶内脱模剂的作用下,后 3 组试验胶料门尼粘度均有一定程度的下降,尤其是 AT-16 有明显降低胶料门尼粘度的作用,这对胶料的流动性是有利的。

青岛产橡胶内脱模剂对胶料的硫化速度和焦烧时间有一定的不利影响;而橡胶内脱模剂 AT-16 对胶料的硫化速度和焦烧时间基本无影响。

用肉眼观察第 2 组、第 3 组、第 4 组试验胶料的切割断面,它们的断面光泽度要比第 1 组胶料好,实际测试的这三组试验胶料的炭黑分散度均高于第 1 组胶料,说明内脱模剂对胶料中的炭黑有一定的分散作用。从胶料性能测试来看,橡胶内脱模剂 AT-16 在混炼过程中加入的先后次序对胶料性能有直接的影响。

使用 AT-16 的第 3 组和第 4 组试验胶料在抗割口增长(屈挠性)方面占一定的优势。

2.3 试验胶料的有关工艺情况

四组试验胶料在使用密炼机压料时,添加橡胶内脱模剂的三组试验胶料与原生产配方相比在密炼机压料过程中现场电流指示峰值有一定的降

表 3 4 组试验胶料的各种性能测试数据比较

检测项目	第 1 组 胶料	第 2 组 胶料	第 3 组 胶料	第 4 组 胶料
拉伸强度 / MPa	19.4	18.0	19.5	17.8
扯断伸长率 / %	642	621	690	593
100%定伸应力 / MPa	1.5	1.6	1.5	1.7
300%定伸应力 / MPa	5.7	6.5	6.0	6.9
IRHD 硬度	57	58	57	58
撕裂强度 / (kN · m ⁻¹)	110	106	105	100
永久变形 / %	28	31	30	30
门尼粘度 ML ₍₁₊₄₎ 100℃	57	52	48	43
127℃ 门尼焦烧 T ₅ / min	28.65	16.13	29.47	26.35
127℃ 门尼焦烧 T ₃₅ / min	34.32	20.33	33.60	30.47
炭黑分散度级别	6.1	6.3	6.5	6.2
151℃ 流变仪				
M _L	8.0	6.9	6.0	6.0
M _H	31.0	27.9	29.3	29.3
T _{SI} / min	7.0	7.8	7.0	7.0
T ₉₀ / min	17.8	12.5	16.5	15.3
屈挠性能之割口增长				
450 次 / mm	3.3	2.8	2.0	2.3
750 次 / mm	3.9	3.3	2.4	2.5
1200 次 / mm	5.9	4.3	2.9	2.6
1800 次 / mm	7.2	5.2	3.2	2.8
2700 次 / mm	8.0	5.7	3.5	2.8
5000 次 / mm	11.7	7.2	3.9	2.9
疲劳性能				
拉伸强度 / MPa	20.2	19.3	18.8	19.4
扯断伸长率 / %	632	639	689	614
抗热老化性能				
拉伸强度 / MPa	14.7	15.3	15.4	14.6
扯断伸长率 / %	411	440	493	440
永久变形 / %	8	8	8	9
撕裂强度 / (kN · m ⁻¹)	84	76	86	73

注:硫化胶的硫化条件为 151℃ × 30min ;热空气老化条件为 100℃ × 48h

低。这说明新设计的配方在炼胶过程中的能耗有所降低,分析认为内脱模剂在分子结构上的特性,使其可在橡胶和配合剂之间及不同的配合剂之间起到很好的润滑作用,可有效地降低胶料加工过程中的摩擦生热。

将所压的四组胶料分别用于 9.00R20 YS08 规格的二复合胎侧的复合压出,压出的胎侧部件经停放后,随机抽取 10 条进行测量,胎侧的尺寸均符合要求,半成品部件的尺寸稳定性均很好。4 组试验胶料的具体压出参数如表 4 所示。

第 3 组胶料和第 4 组胶料胎侧胶配方在混炼和压出过程中可以明显地降低能耗;半成品的挤出速度有所提高,降低了胶料的挤出温度;说明胶料的加工性能较好。

表 4 试验胶料的压出参数比较

工艺参数	第 1 组 胶料	第 2 组 胶料	第 3 组 胶料	第 4 组 胶料
胶料的压出温度 /℃	119	116	115	115
压出速度 ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)	12.5	13.5	13.5	13.5
下挤出螺杆转数 / rpm	21.0	21.0	21.0	21.0
下挤出机电流 / A	300	280	260	270
下挤出机压力 / bar	90	90	90	90

2.4 试验胶料对轮胎成品外观的影响

易脱模胎侧胶配方设计的主要目的是在取消对胎坯的外喷涂以后,减少轮胎成品胎侧部位的缺陷,提高轮胎的外观合格率。为了更能说明问题,在统计轮胎的缺陷时仅限于对胎侧部位的缺陷进行统计。试验安排在 9.00R20 YS08 规格上进行,总体看其试验效果较好。

表 5 4 组试验胶料所试制的轮胎成品的胎侧外观缺陷统计

统计项目	第 1 组 胶料	第 2 组 胶料	第 3 组 胶料	第 4 组 胶料
胎侧缺胶数量	8	6	5	4
胎侧气泡数量	1	2	1	1
试制数量	505	497	511	492
不合格品率/%	1.78	1.61	1.17	1.02

第 1 组试验胶料的成品轮胎胎侧缺胶较多,胎侧有气泡现象,另有两条轮胎的胎侧外观异常。

第 2 组试验胶料的成品轮胎胎侧仍有缺胶,并有胎侧气泡,轮胎的不合格品率略有降低。

第 3 组试验的成品轮胎胎侧缺胶较少,胎侧外观呈乌黑的半亚光,不合格品率较低。

第 4 组试验的成品轮胎胎侧缺胶较少,胎侧的外观较第 3 组试验更好,不合格品率最低。

综合看,使用橡胶内脱模剂对增加胶料的流动性有良好的帮助。它对解决胎侧的缺胶问题是十分有益的,但对解决胎侧的气泡问题需进一步的试验观察,解决胎侧气泡问题同时还需要在工艺控制方面进行一系列的努力;但是若内脱模剂中的挥发分含量过高很可能在胎侧胶中带进气泡。青岛产橡胶内脱模剂作为一种新型的胎侧脱模剂有其不足之处,橡胶内脱模剂 AT-16 与之相比具有较好的使用效果,尤其是在胶料的混炼后期同操作油一同加入时具有更好的脱模效果,且能够很好地保持硫化模具的清洁。

2.5 经济效益分析

仅从单位重量胶料的成本上看,使用橡胶内脱模剂的易脱模胎侧胶配方较原生产配方的胶料成本每千克上升 0.35 元左右。但易脱模胎侧胶配方的关键是保证了在轮胎的制造工艺上取消了对成型胎坯的外喷涂。经统计一条全钢胎在未取消外喷涂之前,平均每条胎坯要消耗掉 3.2 元的外喷涂剂,而使用易脱模胎侧胶配方每条轮胎仅增加 1.4 元的材料成本。经济效益比较明显。

新研制的易脱模胎侧胶配方在混炼和压出过程中可以明显地降低能耗;并能提高胎侧半成品的挤出速度,降低胶料的挤出温度;胶料物理性能和加工性能均得以提高;还可以减少轮胎的外观缺陷,提高轮胎成品的外观合格率;节约人工成本;改善生产车间由于使用外喷涂剂所造成的炭黑粉尘污染。这方面的间接经济效益的核算较为复杂,但其蕴含的经济效益却是一定的。

3 结语

1. 在易脱模胎侧胶配方中使用 2 份的橡胶内脱模剂对提高胶料的物理性能和加工性能有一定的良好影响;可以提高炭黑在混炼胶中的分散度,在一定程度上提高了胶料的物理性能,如:拉伸强度等;使用它可以在橡胶和配合剂之间以及各类配合剂之间起到良好的润滑作用,降低炼胶能耗和胶料的挤出能耗,提高胶料的挤出速度。

2. 江苏卡欧化工有限公司生产的橡胶内脱模剂 AT-16 同其它橡胶内脱模剂相比,其价格适中,脱模效果较好,尤其是在胶料的混炼后期同操作油一同加入时具有更好的脱模效果,且能够很好地保持硫化模具的清洁。轮胎成品的外观合格率高,具有很好的性能价格比。

3. 在易脱模胎侧胶配方中使用 2 份的橡胶内脱模剂 AT-16,可以提高轮胎的综合防护性能,对胎侧胶抗裂口增长(屈挠性)有益。而且 AT-16 为造粒产品特别适合于配料机组的自动化称量的要求。

4. 使用添加橡胶内脱模剂 AT-16 的易脱模胎侧胶配方用于车间生产,有利于整体生产成本的降低。它还可提高轮胎成品的外观合格率,减少人工成本,还可以杜绝因使用外喷涂给车间环境造成的污染,具有良好的经济效益。