

防轮胎胎侧龟裂的蜡替代品

Sung W H, Peter K G, Chung-yuan Lin
(Uniroyal Chemical Company, USA)

中图分类号: TQ330.38⁺2 文献标识码: A 文章编号: 1006-8171(2002)06-0352-06

由于轮胎胎侧需要高用量的蜡防护储存期的静态臭氧龟裂,因此大多数轮胎公司都曾遇到过蜡喷霜问题。

目前,胎侧胶料中含有动态臭氧防护的烷基芳基对苯二胺,如 6PPD 或 IPPD,但是它们不能提供充分的静态臭氧防护,因此多年来胎侧胶料一直采用 6PPD 或 IPPD 与蜡并用的防护体系。

最新研究结果表明,在轮胎胎侧胶料中采用二烷基对苯二胺(77PD)或 2,4,6-三-(N-1,4-二甲基戊基-对苯二氨基)-1,3,5-三嗪(TAPDT),或它们与低用量蜡并用,可获得长期耐动态臭氧龟裂性能。还研究了臭氧与防老剂的反应机理。

100 多年前人们已经开始认识到需防护胶料受到臭氧侵袭,但是直至 20 世纪 50 年代初才确定臭氧是轿车轮胎龟裂的主要根源。此前,臭氧龟裂是电线电缆业关心的主要问题。目前,人们对有关臭氧对硫化胶或不饱和合成橡胶制品的作用已有了深入了解。已证实这些聚合物的降解是臭氧造成的。

臭氧的降解作用使硫化胶表面形成垂直于应力施加方向的裂口。为防止胶料受到臭氧侵袭,使用了烃类蜡和/或化学防老剂。

1 蜡的去留

蜡有两种,即石蜡和微晶蜡。当蜡的添加量超过其溶解度时,这些蜡将通过迁移至表面形成喷霜起到保护橡胶制品的作用。这种喷霜起保护膜的作用,物理性地保护橡胶表面免受臭氧侵袭。加大蜡用量将获得较好的保护作用。但是,由于蜡的防护是物理性的,因此当橡胶制品经受动态屈挠时,它就失去了作用。通常,防老剂不能提供

初始的静态防护。因此,橡胶制品一直采用防老剂/蜡防护体系。覆盖蜡的表面一旦被臭氧通道破坏,便会在橡胶中形成深裂纹。通常使用石蜡和微晶蜡并用以确保在较宽气候和地理条件下的防护作用,因为这两种蜡的溶解度和迁移速度不同。

在寒冷环境中,使用较多的石蜡以加快迁移速度;而在温暖或炎热环境中,必须使用较多的微晶蜡,以减慢迁移速度。但是喷蜡可能会引起胶料之间粘合强度下降或胎侧外观变差等问题。因此,在胎侧胶料中尽量少用或取消蜡对提高轮胎质量和耐久性是有利的。

已开发了各种防老剂体系、防老剂并用体系以及防老剂与少量蜡并用体系。汽车制造厂对胎侧耐龟裂性能的要求为需通过质量分数为 200×10^{-8} 臭氧舱中 48 h 的试验。为达到这一要求,应并用 3 份蜡。但是,二烷基 PPD 与高相对分子质量的三嗪防老剂并用也能通过质量分数 200×10^{-8} 臭氧舱试验。6PPD, 77PD 和 TAPDT 的化学结构及相对分子质量示于图 1。

PPD 类防老剂对胶料的防护作用来自“清除剂-保护膜”机理。研究表明,防老剂与臭氧的反应速度比它与表面橡胶中主链上碳-碳双键的反应速度快得多。在表面防老剂耗尽之前,橡胶可一直免遭臭氧侵袭。

由于防老剂不断地通过在橡胶表面与臭氧反应而消耗,因此防老剂不断地从胶料内部向表面扩散,以补充表面防老剂浓度,连续提供臭氧防护。

防老剂与臭氧的反应产物在橡胶表面形成一层薄膜也提供了防护作用。

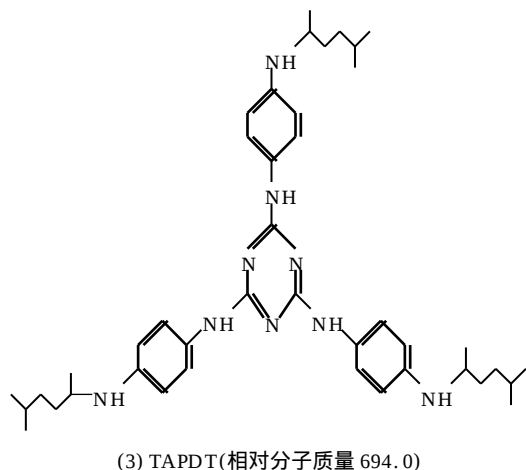
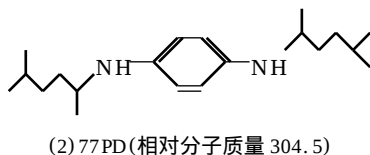
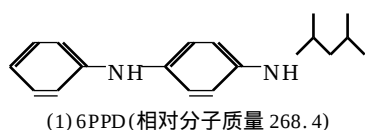


图1 6PPD,77PD和TAPDT的化学结构
及相对分子质量

2 主要防老剂

在静态条件下测量的77PD,6PPD和TAPDT在NR胶料中的扩散速度为 $10^{-5} \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$ 。按此速度,PPD类防老剂从内部向表面的扩散速度太慢了,以致不能成为抗臭氧侵袭起重要作用的机理。此外,在静态条件下,由于PPD仅从表面获得,因而其浓度有限,可能只能形成有限的薄膜。因此,橡胶表面所形成的薄膜可能不足以提供有效防护。如果情况果真如此,那么静态防护则将主要依赖于防老剂的清除作用,即抗臭氧剂的反应活性及其在橡胶表面的浓度。

试验数据表明,在这种静态条件下,防老剂的清除机理在防护臭氧侵袭中起主要作用。在PPD分子中,芳基烷基取代NH基的活性要大于双芳基取代NH基。众所周知,胺是在其氮原子的自由电子对处受臭氧侵袭。因此,人们认为氮原子上的电荷密度(q_N)对防老剂的作用是十分

重要的。芳基烷基和双芳基取代NH基氮原子上 q_N 的计算结果示于图2。芳基烷基取代NH基的电荷密度高于双芳基取代NH基。鉴定臭氧化产物发现,6PPD(一种芳基烷基PPD)产生氮羰基,而DOPPD(一种双芳基PPD)产生二氮羰基。在6PPD的反应中,氮羰基与臭氧的进一步反应非常慢,而在77PD反应中却很快。显然,N-芳基对氮羰基的稳定作用阻止了氮羰基与臭氧的进一步反应。

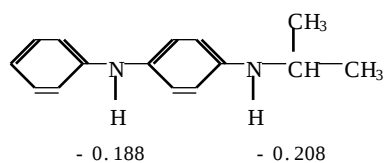


图2 氮原子电荷密度

因此,在用量相同的基础上,双烷基PPD,如77PD(相对分子质量304)可比芳基烷基PPD,如6PPD(相对分子质量268)清除更多的臭氧分子。TAPDT类似于芳基烷基PPD。TAPDT(相对分子质量694)与臭氧的化学反应机理与6PPD相似。但是TAPDT有3个芳基烷基取代NH基团,因此在用量相同的基础上,将比6PPD清除更多的臭氧分子。

总之,在防老剂扩散有限的条件下,主要防护机理将是防老剂的清除作用。77PD和TAPDT比6PPD具有更好的静态臭氧防护效果的观测结果支持了这一结论。

3 防老剂评价

将各种防老剂,如TAPDT,6PPD,77PD和DAPD加入100%NR胶料和NR/BR并用比为55/45的胶料中进行静态和动态臭氧试验评价,结果见表1和2。胶料中每种防老剂的添加量分别为2和4份。混炼胶在160℃下硫化15 min。

在进行静态和动态臭氧(臭氧质量分数 50×10^{-8} , 38%)试验前,也将ASTM硫化胶老化1周。结果表明,含有4份TAPDT的所有胶料具有优异的静态耐臭氧性能,含有4份77PD的所有胶料和含有2份TAPDT的NR/BR胶料具有非常好的静态耐臭氧性能,而所有含6PPD或DAPD的胶料静态耐臭氧性能都要差得多。

表 1 不同防老剂防护的 NR/BR 胶料的静态和动态耐臭氧性能

项 目	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
TAPDT 用量/份	2	4	0	0	0	0	0	0
77PD 用量/份	0	0	2	4	0	0	0	0
6PPD 用量/份	0	0	0	0	2	4	0	0
DAPD 用量/份	0	0	0	0	0	0	2	4
静态耐臭氧性能 [*] (臭氧质量分数 50×10^{-8} , 38℃, 弯曲环试验)								
裂口出现时间/h	480	1 014	144	460	8	24	24	24
胶料状态	C	S	C	C	C	C	C	C
动态耐臭氧性能(25%拉伸, 臭氧质量分数 50×10^{-8} , 38℃)								
裂口出现时间/h	48	72	48	192	144	192	48	48
胶料状态	C	C	C	C	C	C	C	C

注: *试验在进行 1 014 h 后终止; C—开裂, S—轻微开裂; 试验配方为: SMR 5CV 55; BR 45; 炭黑 N660 50; 氧化锌 3; 硬脂酸 1; 芳烃油 7; 促进剂 NS 1; 硫黄 2。

表 2 不同防老剂防护的 NR 胶料的静态和动态耐臭氧性能

项 目	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
TAPDT 用量/份	2	4	0	0	0	0	0	0
77PD 用量/份	0	0	2	4	0	0	0	0
6PPD 用量/份	0	0	0	0	2	4	0	0
DAPD 用量/份	0	0	0	0	0	0	2	4
静态耐臭氧性能(臭氧质量分数 50×10^{-8} , 38℃, 弯曲环试验)								
裂口出现时间/h	24	480	72	312	24	24	24	48
胶料状态	C	S	C	C	C	C	C	C
动态耐臭氧性能(25%拉伸, 臭氧质量分数 50×10^{-8} , 38℃)								
裂口出现时间/h	24	24	144	144	72	144	24	24
胶料状态	C	C	C	C	C	C	C	C

注: 试验配方为: SMR 5CV 110; 炭黑 N660 50; 氧化锌 3; 硬脂酸 1; 芳烃油 7; 促进剂 NS 1; 硫黄 2。

我们进行的机理研究表明, 烷基与臭氧的反应活性比芳基要大得多。这种解释与试验结果相当吻合。另外, 防老剂的溶解度对于实现静态臭氧防护也非常重要。由于 TAPDT 在 NR/BR 和 NR 中的溶解度稍差于 77PD (见图 3), 因此它将以较快的速度迁移到表面, 以防护臭氧龟裂。

动态臭氧性能评价将与动态迁移速度相联系。低相对分子质量的防老剂, 如 6PPD 和 77PD, 向表面迁移的速度比 TAPDT 和 DAPD 快。因此, 动态臭氧性能评价表明, 含 6PPD 和 77PD 胶料的结果较好 (见表 1 和 2)。总之, 可以得出如下结论:

④ 4 份 TAPDT 对 NR/BR 和 NR 胶料具有优异的静态臭氧防护作用, 4 份 77PD 和 2 份

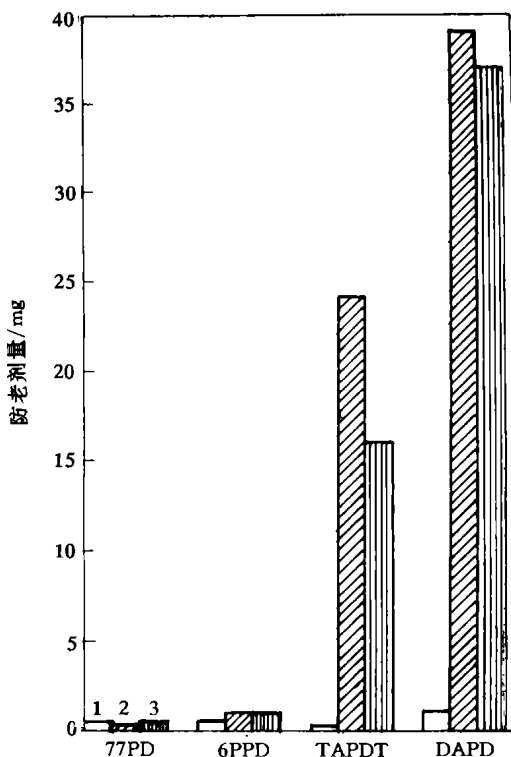


图 3 各种防老剂在 SBR, NR/BR 和 NR 胶料中的溶解度

老化 1 个月, 用丙酮从圣 乔钮扣型试样中洗涤;

1—SBR 胶料, 2—NR/BR 胶料, 3—NR 胶料

TAPDT 对 NR/BR 胶料具有非常好的静态耐臭氧防护作用;

④ 4 份 6PPD 和 77PD 在快速试验中获得了优异的动态臭氧防护性能。

4 轮胎胎侧中蜡的评价

轮胎胎侧应当具有良好的屈挠性能、耐割口增长性能、耐臭氧龟裂性能和耐磨性能, 在欧洲对这些性能要求尤为强烈。为了获得上述性能, 研制了 NR/BR 并用比为 55/45 的胎侧胶料, 胶料中添加了 50 份炭黑 N660, 3 份氧化锌, 1.5 份硬脂酸, 7 份环烷油, 1 份促进剂 NS 和 2 份 Crystex 硫黄, 2~4 份 6PPD 和 1~4 份蜡 (见表 3), 以优化蜡/防老剂用量。测定了胶料 100℃ 下的门尼粘度、132℃ 下的门尼焦烧、160℃ 下的硫化仪数据、老化前后物理性能以及臭氧质量分数 50×10^{-8} 和 38℃ 下的静态和动态耐臭氧性能。所有 5 种胶料均采用两段法混炼。

胶料物理性能及加工性能测试结果见表 3 和 4。由表 3 和 4 可以看出,随着防老剂用量的增大,胶料的门尼焦烧值 t_{s1} 和 t_{90} 减小。添加 2~4 份防老剂,胶料所有物理性能均在试验允许误差范围内。但 TEL-TAK 测试结果表明,胶料粘性将随蜡用量的增大而急剧下降。

但是,对静态臭氧龟裂的防护可能来自于并用蜡,而不是防老剂。胶料臭氧龟裂试验结果见表 5。由表 5 可以看出,动态屈挠或动态臭氧屈挠性能与 6PPD 用量成正比。总之,可以得出如下结论:

® NR/ BR 胶料的静态臭氧防护至少需要 2

表 3 6PPD 和蜡并用体系防护的胎侧胶加工性能					
项 目	C0	C1	C2	C3	C4
6PPD 用量/ 份	0	2	2.5	3	4
蜡用量/ 份	0	4	3	2	1
门尼粘度					
[ML (1 + 4) 100]	47	45	46	48	48
门尼焦烧 (132) / min	23.5	22.7	21.5	19.2	18.5
硫化仪数据 (160)					
t_{s1} / min	3.50	3.41	3.24	3.17	3.10
t_{90} / min	8.41	8.25	8.19	7.72	7.54
M_L / (dN ·m)	6.90	6.50	6.61	7.03	7.05
M_H / (dN ·m)	41.0	38.3	38.9	40.2	40.3
TEL-TAK 粘性 (室温)					
老化前	31	33	30	30	29
老化 3 d 后 (40)	17	4	7	12	15
老化 7 d 后 (40)	15	3	4	10	13
老化 14 d 后 (40)	12	1	3	10	10

表 4 6PPD 和蜡并用体系防护的胎侧胶物理性能					
项 目	C0	C1	C2	C3	C4
160 ×10 min 硫化胶物理性能					
拉伸强度 (室温) / MPa	19.2	19.9	18.9	19.3	18.7
扯断伸长率/ %	530	580	540	550	560
300 %定伸应力/ MPa	8.9	8.2	8.2	8.6	8.5
邵尔 A 型硬度/ 度	53	51	52	52	51
C 型裁刀撕裂强度/ (kN ·m ⁻¹)	41.0	40.2	36.8	38.5	38.0
70 ×14 d 老化后性能保持率/ %					
拉伸强度	67	82	95	91	97
扯断伸长率	71	76	81	82	83
300 %定伸应力	150	130	130	130	125
硬度 °/ 度	10	8	8	7	7
C 型裁刀撕裂强度	75	93	95	100	97

注: * 为硬度增大值。

表 5 6PPD 和蜡并用体系防护的胎侧胶 静态和动态耐臭氧性能					
项 目	C0	C1	C2	C3	C4
静态臭氧龟裂试验 (臭氧质量分数 50 ×10 ⁻⁸ , 40)					
弯曲环试验中胶料呈现不同状态的时间/ h					
好	—	4	4	4	4
VVS	4	6	6	6	6
VS	—	—	—	—	48
S	—	—	—	—	72
C	24	—	—	—	96
20 %拉伸试验中胶料呈现不同状态的时间/ h					
好	—	192	24	24	6
VVS	4	—	48	48	8
VS	—	—	—	96	48
S	—	—	—	—	96
C	24	—	—	—	144
动态臭氧龟裂试验 (25 %拉伸, 臭氧质量分数 50 ×10 ⁻⁸ , 40)					
裂口出现时间/ h	8	24	24	72	144
室外屈挠试验 *					
破坏出现时屈挠					
次数 ×10 ⁻³	—	16 951	—	—	39 560

注: * NAUGATUCK 连续屈挠试验, 试验前老化 6 个月。好—无裂口; VVS—非常、非常轻微的裂口; VS—非常轻微的裂口; S—轻微裂口; C—开裂。

份蜡;

® 动态屈挠或动态臭氧屈挠性能与 6PPD 用量成正比。动态臭氧龟裂的防护至少需要 3 份防老剂。

5 静态和动态臭氧防护

前面的评价清楚地表明, 适当的动态臭氧龟裂防护需要 3 份 6PPD, 而轮胎胎侧的静态臭氧龟裂防护需要 2 份蜡。但是使用 2 份或 2 份以上蜡的胶料可能会出现粘性下降和表面过度喷霜问题。这可能导致在冠包侧结构中胎面翼部与胎侧之间脱层。为改进胶料静态耐臭氧龟裂性能, 采用不同用量的防老剂和蜡制备了 NR/ BR 胎侧胶料, 其防老剂和蜡的用量以及胶料静态耐臭氧性能见表 6。

由表 6 可以看出, 添加 2 份 TAPDT 而未添加蜡的胶料, 在臭氧质量分数 50 ×10⁻⁸、40 条件下 480 h 未出现裂口; 添加 2 份蜡的胶料稍有龟裂; 而添加 2 份 77PD 的胶料 144 h 后开裂。这些结果说明, TAPDT 和 77PD 的烷基与臭氧有较高的反应活性, 因而有较好的静态防护效果。但

表 6 防老剂 Durazon 37 和 Flexone 4L 与蜡并用
静态耐臭氧性能的评价

项 目	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
77PD 用量/份	0	0	2	0	1	1	0
TAPDT 用量/份	0	2	0	1	0	1	0
蜡用量/份	2	0	0	1	1	0	0
静态耐臭氧性能(臭氧质量分数 50×10^{-8} , 40 % 拉伸, 1 000 h)							
裂口等级		5	1	5	5	5	2.5
裂口出现时间/h		800	—	144	144	72	—

注:裂口等级的 1~5 分别对应表 5 中的好、VVS、VS、S 和 C;试验配方:NR 55;BR 45;炭黑 N339 30;炭黑 N660 20;芳烃油 7;氧化锌 3;硬脂酸 1;防老剂 6PPD 3;促进剂 NS 1;硫黄 2。

是,由于 TAPDT 在 NR/BR 胶料中的溶解度小,因此它向表面迁移也是十分重要的。

由表 6 还可以看出,添加 1 份 TAPDT 的胶料在臭氧质量分数 50×10^{-8} 、40 % 条件下 144 h 后开裂,而添加 1 份 TAPDT/1 份 77PD 的胶料通过了 480 h 试验。因此,我们提出的机理与试验结果相吻合。可以得出如下结论:

® 臭氧质量分数 50×10^{-8} 、40 % 下 480 h 的试验表明,添加 2 份 TAPDT 或 1 份 TAPDT/1 份 77PD 的胶料静态耐臭氧性能比添加 2 份蜡的胶料好得多;

® 少量蜡(1 份)与 TAPDT 或 77PD 并用的胶料性能比不上添加 2 份蜡的胶料;

® TAPDT 性能超过 77PD,由于它在 NR/BR 胶料中的溶解度较小,使其较快地向表面迁移,可改善胶料抗臭氧性能。

6 TAPDT 和 77PD 并用改善胶料性能

在竞争激烈的汽车行业中,汽车制造商及供应商都不断努力提高产品质量,常常依赖快速试验作为评价产品质量的手段。

为达到大众汽车公司技术条件进行的快速试验要求,测定在应力和臭氧质量分数 200×10^{-8} 下的耐臭氧性能。为达到这一技术条件,配方人员采用下述方法通过了试验,即将胶料中蜡用量增大至 3 份或 3 份以上与 3 份 6PPD 并用。但是提高蜡用量对胶料成型粘性和物理性能均有负作用。

使用过量蜡将会形成非常难看、严重的白色

或灰色喷霜。另一种方法是增大 77PD 的用量(超过在 NR/BR 中的溶解度)以达到严格静态臭氧试验的要求。但是 77PD 不是一种非常持久的防老剂,不足以保证长期防护。前面的试验结果表明,77PD 不像 TAPDT 那么有效。

将与前面试验所用相同的 NR/BR 并用比为 55/45 的胎侧胶料用于评价 TAPDT 和 77PD 与 6PPD/蜡并用量为 2.5/3 体系。测定了胶料 135

下的门尼焦烧、老化前后的物理性能,臭氧质量分数 200×10^{-8} 、40 % 伸长、40 % 条件下的静态耐臭氧性能和 25 % 拉伸下的动态耐臭氧性能。胶料加工性能和物理性能测试结果见表 7,静态和动态耐臭氧性能测试结果见表 8。

由表 7 可以看出,添加 77PD 使胶料门尼焦烧值下降。但是,使用 TAPDT/77PD 使胶料 70

下老化两周后的性能保持率得到了改善。以低用量防老剂不加石蜡通过试验的并用体系为 2 份

表 7 防老剂 TAPDT 和 77PD 并用体系胶料的
加工性能和物理性能

项 目	E1	E2	E3	E4	E5	E6
6PPD 用量/份	2.5	0	0	0	0	0
TAPDT 用量/份	0	1.5	2	1.5	1	1.5
77PD 用量/份	0	2	1	1	1.5	1.5
蜡用量/份	3	0	0	1	1	1
门尼焦烧(135 °C)/min	21.5	18.3	19.3	18.8	17.5	17.8
177 °C × 10 min 硫化胶物理性能						
拉伸强度/MPa	19.7	19.7	20.3	20.9	19.7	20.5
300 % 定伸应力/MPa	4.8	5.2	5.0	5.3	5.4	5.1
扯断伸长率/%	670	610	650	640	620	660
邵尔 A 型硬度/度	48	48	47	50	48	48
70 °C × 14 d 老化后						
拉伸强度保持率/%	81	92	93	92	92	87
扯断伸长率保持率/%	65	74	77	77	77	72
硬度变化/度	+9	+8	+11	+7	+11	+10

表 8 防老剂 TAPDT 和 77PD 并用体系胶料的
静态和动态耐臭氧性能

项 目	E1	E2	E3	E4	E5	E6
应力下静态耐臭氧性能(40 % 伸长,臭氧质量分数 200×10^{-8})						
裂口出现时间/h	72	72	72	72	72	72
胶料状态	好	好	好	好	好	好
动态耐臭氧性能(25 % 伸长,臭氧质量分数 200×10^{-8})						
裂口出现时间/h	48	144	48	48	48	144
胶料状态	C	C	C	C	C	C

TAPDT 和 1 份 77PD。添加 1 份蜡可以降低防老剂用量。

由表 8 可以看出,所有并用防老剂或低用量防老剂与 1 份蜡并用均顺利通过了臭氧质量分数 200×10^{-8} 的试验。添加较高用量 77PD 的胶料获得了最佳动态耐臭氧性能。试验表明,各种防老剂静态耐臭氧性能的优劣顺序如下:TAPDT, 蜡,77PD,6PPD 及 DAPD;动态耐臭氧性能(快速试验)的优劣顺序如下:6PPD 及 77PD,TAPDT, 蜡。可以得出如下结论:

- ® TAPDT 和 77PD 并用使胶料顺利通过了臭氧质量分数 200×10^{-8} 的试验(大众技术条件);
 - ® 较高用量的 77PD 可提供胶料最佳动态耐臭氧龟裂性能;
 - ® 添加 77PD 使胶料门尼焦烧值下降。
- (涂学忠摘译)
- 译自英国“Tire Technology International”
2000”,P59~66

胶囊罐式硫化工程机械轮胎下半模
串气鼓包质量缺陷的原因分析

中图分类号:TQ336.1⁺1 文献标识码:B

我公司于 1997 年首家采用胶囊罐式硫化新工艺,对一些市场需求但无法用水胎定型硫化的巨型工程机械轮胎进行硫化生产,以满足市场需求,提高公司的市场竞争能力。在用此新工艺组织生产过程中,由于无经验借鉴,出现了一些质量缺陷。针对工程机械轮胎下半模串气鼓包质量缺陷问题,从硫化工艺方面分析产生的原因,并提出了相应的解决措施。

通过对工程机械轮胎产生串气鼓包的统计分析,发现串气鼓包均发生在下半模,而硫化罐最下面的一副模具串气鼓包发生率占 85%,因此做了轴头凡尔杆进压方式水胎多模罐式硫化与金属软管进压方式胶囊多模罐式硫化对比试验、延时硫化试验和减少模具硫化试验,结果发现,轴头凡尔杆进压方式硫化打压时间短,进、出水平均温差小,而延长硫化时间 20 min 及减少一二副模具均未发现有串气鼓包现象发生。

根据上述试验结果分析,由于我公司工程机械轮胎胶囊多模罐式硫化进压采用金属软管及快装接头的方式,进出水管环节多(6 副模具的深罐共有快装接头 24 个),路径长;快装接头由于中间有中心轴和弹簧等部件需要在两个中心轴互相顶开以后通道才会畅通,在高温、高压下很易腐烂,加上胶囊氧化脱落下来的氧化物附在快装接头中间,造成内压流量变小,打压时间长,内压热交换不良,内压进出水温差大,即最上面模具与最下面

模具之间温差大,导致底模下半模内侧串气鼓包现象发生。

根据上述分析,将胶囊罐式硫化进压方式由金属软管及快装接头的连接方式改造为轴头进压方式。改造前后硫化打压时间和内压温度对比如表 1 和 2 所示。

表 1 改造前后硫化打压时间对比			min
打压阶段	改造前	改造后	
0~1.0 MPa	7	5	
1.0~3.0 MPa	10	1	
合计	17	6	

表 2 改造前后硫化内压温度对比 (进水平均温度为 175)				
项 目	开始 升温	升温 20 min	升温 结束	正硫化 结束
改造前				
出水平均温度	142	151	161	165
温差	33	24	14	10
改造后				
出水平均温度	142	167	170	171
温差	33	8	5	4

由表 1 和 2 可见,改造后,硫化打压时间缩短 11 min,而硫化内压进出水温差在升温 20 min 后已大幅度降低。

改造后最底模下半模串气鼓包问题基本解决,不仅提高了外胎的合格率,还可节约金属软管及快装接头的费用。

(贵州轮胎股份有限公司三分厂 龙昭岱
黄筱莉 江盛雯供稿)