

轮胎性能的发展趋向和要求述评

John R. Dunn 著 吴秀兰译 薛虎军校

通过评价轮胎胶料专利和近期文献,以及与北美和日本的轮胎和汽车公司进行讨论,评述了目前和将来对轮胎性能的要求。轿车轮胎的性能目前正朝着提高安全性和舒适性以及朝着满足政府对节能和环保的要求方向发展。另外,常规轮胎必须便宜并能以较低的代价获得较长的使用寿命。载重胎性能的改进重点是通过提高耐磨性、可翻新性和降低滚动阻力来提高经济性。翻胎、回收和处理是涉及所有轮胎的事情,无疑将成为引起注意和立法的目标。还有一个刚出现的问题就是轮胎的均匀性,它取决于原材料及生产工艺的稳定性。

1 前言

在最近一篇关于轿车、载重车和重型载重车胎的性能发展趋势的综述中,J. R. Dunn 和 R. H. Jones^[1]认为有三个方面的问题值得关注:

- (1)安全性/舒适性;
- (2)经济性;
- (3)节能/环保。

通过与北美和日本的汽车公司、轮胎公司进行讨论以及对现有文献的分析和对世界主要轮胎公司专利的评价,证实了对提高性能的要求。本文修正了 Dunn 和 Jones 提供的资料,对已引用过的文献及后来包括轮胎^[2]在内的汽车用弹性材料的论文,本文一般就不再引用了。

专利评价的结果将在下一步分析总结。专利往往是新的要求和公司不愿在公开文献上讨论的重大发明的第一个标志。L. C. Boczar^[3]通过考察北美汽车公司,总结出 90 年代对轮胎的要求。他认为降低滚动阻力是轮胎需要的唯一最重要的改进,同时对轮胎的均匀性和噪声也给予高度重视。大约在去年,人们提高了对后两者的重视。

N. Tateno^[4]从轮胎生产者的角度考察了新型轮胎用材料,并预测到对具有良好干湿操纵性能的高性能轮胎的需求。他还看到对轮胎通过降低滚动阻力和减轻重量而达到节能的需要。这突出了与合成橡胶公司有关的问题——可能继续减小单胎的耗胶量。

A. F. Jones^[5]最近考察了到 2000 年轮胎的发展趋向。他预言在一般情况下轮胎将因为提高回正性能和减少侧滑而使行驶里程

达到 10 万英里以上。低断面轮胎将装于大直径车轮上,以降低轮胎体积与表面面积的比值。这样又会降低行驶温度并可使目前用于 15in70 系列 S 速度级轮胎的技术应用于 H、甚至 V 速度级的 17in 的轮胎。这些发展趋势也意味着合成胶用量的大幅度减少。

2 专利评价

Dunn 等^[6]借助于个人计算机评价了自 70 年代初以来的载重、重型载重以及农业和航空轮胎的所有专利。

这项研究目前已扩大至包括轿车胎在内的所有轮胎的材料和配方的专利,这些专利是 14 家主要轮胎公司在 1965~1989 年内申请的。象以前一样,资料的来源是德温特世界专利索引,并规定了鉴定轮胎类型、轮胎部件、弹性体类型及主要性能等准则,这是每项专利都遵守的。共评价了诸如日本的 Kokais 等获得专利权或公开披露的 1567 项申请。

如图 1 所示,日本公司每 5 年提出的专利数量增长很快。80 年代初,日本专利数量已超过北美公司的总和。到 1989 年,日本是 985 项,北美公司为 439 项,西欧及其它地区共为 143 项。

在载重胎研究中观察到同样的专利申请趋向。值得注意的是,某些公司,尤其是在日本,所申请的专利大部分是关于研究工作的,而其它公司,尤其是在西欧,仅是有价值且易于复制的发明申请专利。

另一方面,北美和西欧公司的专利注册范围比较大,而日本公司大都在日本和美国注册。每项专利申请注册的国家数平均为:北美 7.0 个,西欧 7.2 个,而日本仅为 1.9 个。

日本 985 项专利申请中有 217 项获得美国专利权,其中普利司通占 130 项,而该公司专利申请总计为 433 项。在同一时期内,固特异申请了 174 项专利,其中的 143 项获得了美国专利。普利司通获得大量美国专利,且其中有许多扩大了注册范围,这表明它的兴趣是成为轮胎工业中的国际竞争选手。

涉及轮胎具体部件的专利数量列于表 1。表 1 数据证实了胎面是最受关注的部件的论断。这是预料之中的,因为胎面的性能对安全性、经济性和节油影响很大。在申请的所有专利中,476 项是关于新型弹性材料应用的,240 项是关于新型并用胶料的,587 项是关于新型胶料的。

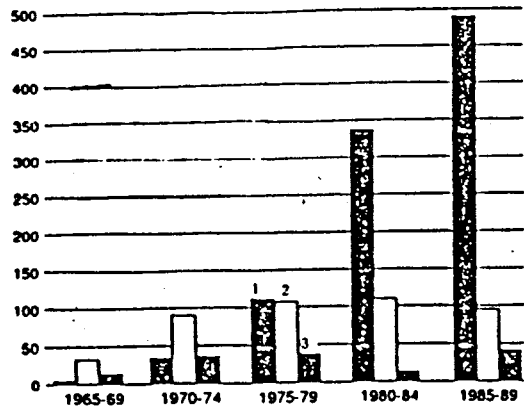


图 1 各地区 1965~1989 年每 5 年的专利数量

1—日本;2—北美;3—西欧

涉及具体弹性体和聚合体系的专利数量、最活跃时间和地区列于表 2。因为近年来大多数申请都由日本公司提出,故活动高峰一般与他们有关就不足为奇了。

表 1 涉及具体胎面部件的专利数量

胎面	167
胎侧	45
胎体	31
内衬层	25
胎圈/子口包布	22

表 2 涉及具体弹性体/聚合体系的专利数量和最活跃时间与地区

弹性体/聚合体系	专利数量	活动高峰	
		年	地区
催化体系	115	1974	北美
		1987	日本
偶联/改性	137	1983	日本
溶聚丁苯胶	100	1986	日本
高乙烯基丁苯胶	107	1985	日本
高苯乙烯丁苯胶	52	日益增大	日本
高乙烯基聚丁二烯橡胶/ 1,2-BR	104	1980	日本
		1966、1975	北美
EPM/EPDM	54	日益增大	日本
卤化丁基胶	49	1981、1989	日本

令人最感兴趣的胶种是溶聚丁苯胶(SS-BR)、高乙烯基丁苯胶以及高乙烯基聚丁二烯和 1,2-聚丁二烯橡胶。关于溶聚和高乙烯基丁苯胶的专利在 1985~1986 年间急剧上升。关于高乙烯基聚丁二烯橡胶的专利在 1980 年形成高峰,尽管北美当时专利活动处于低点,并且从那时开始有所提高。看来好象在一定程度上研究已转向胎侧和内衬层,因为 1989 年对 EPDM 和卤化丁基胶的兴趣增加了。

涉及具体物理性能的专利数量、高峰期和地区列于表 3。十分清楚,抗湿滑性、耐磨性和低滚动阻力是很重要的。

表 3 涉及具体性能的专利数量及高峰期和地区

性能	专利数量	活动高峰	
		年	地区
抗湿滑性	219	1981~1985	日本
冰面牵引性	113	1986	日本
雪地牵引性	62	1987~78	日本
耐磨性	294	1987	日本
抗偏磨性	9	日益增高	各地
低滚动阻力	239	1980	日本
低生热	126	1987	日本
耐久性	320	1986	日本
抗臭氧性	35	1986	日本
		日益增加	欧洲
加工性	135	1986	日本
生胶强度	51	1974~1975,1984	北美
		日益增加	日本

也很清楚,最近日本对提高冰、雪地牵引性问题很感兴趣。因为低生热与轮胎的耐久性,包括载重胎胎体的可翻新性有关,故也是一个主要问题。

从表2和3可以看出,1986~1987年日本的许多活动达到高峰。尽管1987年以后申请的专利可能尚未发表,但看来对许多题目的兴趣已减弱了。可能政策也已改变,从而使性能改进明显地基本上不再是专利申请的主题了。

3 打滑和操纵性

操纵性能和抗滑性,尤其是在湿路面上,在欧洲多年来一直是优先考虑的问题,轿车在此地区恶劣气候下在弯道上也可能高速行驶。这些性能以及时兴的风格在北美日益受到重视,并且导致了较大的北美轿车对旅游胎应用的迅速扩大。

这些轮胎的速度不必很高,因为相应的轿车是打算用于速度限制为65mph的公路上的。因此它们比高性能轮胎便宜。由于旅游胎市场的日益扩大,1992年大约有40%的原配胎可能是旅游胎,即高性能轮胎。

已有文章讨论了影响抗滑性的因素及用于提高抗滑性能的胶种。湿牵引性与0℃下的高损失模量有关,更普遍地认为与0℃下的高 $\text{tg}\delta$ 有关。

业已发现,提高BR或SBR的乙烯基含量可以提高 T_g 和抗滑性而不增加滚动阻力。高苯乙烯丁苯橡胶也可提高 T_g 和抗滑性,但会提高60℃下的 $\text{tg}\delta$ 值,这意味着会增大滚动阻力。

苯乙烯、异戊二烯和丁二烯的溶聚三聚物据说兼有良好的抗滑性、滚动阻力和胎面磨耗。这种三聚物的优点是可以根据粘弹性进行定向聚合以满足轮胎的具体要求。Jones指出溶聚SBR和SIBR比乳聚SBR昂贵,并且指出可以加强对乳聚三聚物的研究。

P. Luijk和H. de Groot^[7]指出,为获得最佳的综合性能, $\text{tg}\delta$ 应在0℃时最大以获得

良好的湿抓着性能;在60℃时应最小以获得低滚动阻力,而且高峰区应移至0℃以下以获得最佳耐磨性。这确立了改进性能的两个概念:

(1)双峰 $\text{tg}\delta$ 曲线,一峰在0℃附近,另一峰在-75℃附近。

(2)“宽峰” $\text{tg}\delta$ 曲线,宽峰在0℃附近和0℃以下。

宽峰概念据说也可改进冬季/低温性能。

拥有两段不相容链的胶种具有双峰曲线,例如,含60%(重量)苯乙烯的高 T_g SBR组分和含6%苯乙烯的低 T_g 组分即可使 $\text{tg}\delta$ 在0℃附近最大。已经证明合成这种生胶是困难的,并且混合低、高 T_g 生胶可获得类似的效果。

当聚合物中的分子组分或共混物中的聚合物不相容时可获得宽峰曲线。据说如果高 T_g 组分的含量不超过50%,而只提高乙烯基的含量时有可能获得这种聚合物。将单独合成的具有高、低 T_g 的两种组分偶联起来是获得宽峰橡胶的另一种方法。

作者因此得出结论:“宽峰 $\text{tg}\delta$ 橡胶具有很多优越性”。这种橡胶的生产和优化及其在实验室中测定的性能与轮胎使用性能之间的关系对合成橡胶工业是一个重大挑战。

N. Newell^[8]根据 $\text{tg}\delta$ 曲线和翻新子午胎试验指出,环氧化率为25%(摩尔)的NR(ENR-25)的滚动阻力与NR相近,湿抓着力与充油SBR类似。好象尚未做与溶聚SBR的比较。

业已表明,非镶钉充油NR轮胎的冰面抓着性能比镶钉充油SBR轮胎好。据说非镶钉充油NR轮胎可提供“优异的冰面抓着性能和非冰冻路面的极好的湿抓着性能,从而确保了其作为全天候轮胎胎面胶的可行性”。

随着镶钉轮胎在欧洲以及自1991年4月开始在日本的禁用,冰面牵引性能已成为一个亟待解决的和特别伤脑筋的问题。T. Hamada^[9]指出日本较冷地区的降雪量比美国 and 欧洲多得多。另外,日本大部分地区是山

区,道路有许多转弯和陡坡。

采用“多孔”胶料可使摩擦系数达到镶钉轮胎的 90%。微孔提供连续的排水通道并阻止刀槽间形成微薄水膜。正是冰面上的水膜使摩擦系数减小了。胎面表面的不规则在冰面上也有摩擦效果。

必须承认这种轮胎的耐磨性会有所下降,但是在某种程度上可通过采用高补强炭黑和减少软化剂用量来补偿。H. Takino 等^[10]提出了另一种方法,即在胶料中加入 20 份胶原纤维(皮革粉)。对于 SBR 胶料,这种皮革粉可缩短制动距离 10%,但未对耐磨性能作出评价。

水滑性能在欧洲受到关注。该地区轿车于湿路面上也可以高速行驶,而宽断面轮胎的应用加剧了问题的严重性。为排除印痕中的水而设计的带中心宽沟的特种轮胎已经问世。在欧洲,大陆公司开发出了这种轮胎。在北美,固特异正在销售类似的轮胎。

轮胎的抗水滑性能由于轮胎的花纹而大大提高了,这种轮胎具备带有定向排除中心沟中水的刀槽花纹的两个并装轮胎的效果。尽管胶料并不直接影响抗水滑性,但很明显,这种轮胎也要求使用具有良好湿牵引性的橡胶。

轿车和载重车防抱死制动系统应用范围的迅速扩大,也会间接地影响橡胶工业。尽管这种系统并不要求特殊的轮胎,但汽车公司将按其惯例寻求为优化汽车性能而设计的轮胎。

Boczar 指出:“随着防抱死制动系统(ABS)的降价和用于更多的车辆,湿、干和冰打滑峰值将受到重视”。他解释说 ABS 可确保驾驶员不受打滑的威胁。尽管不主张降低抗滑性,但为改善制动性能要求提高打滑峰值。ABS 制动系统能使车辆保持直线行驶,而不必更快地制动。

4 耐磨性

早在 70 年代石油危机之前,耐磨性曾是

各轮胎公司主要关注的问题。对于十分着重经济性的载重胎,磨耗可能至关重要。尽管子午胎的广泛应用大大提高了胎面寿命,但为了降低滚动阻力或提高牵引性能,耐磨耗性仍无法兼顾。

北美汽车公司指出,司机期望所有轮胎的行驶里程都达到 4 万英里。所有轮胎的可靠性比大部分轮胎的长寿命更重要。在欧洲,胎面寿命因为行驶速度提高及强调牵引和操纵性能而较短。尽管如此,仍存在提高耐磨性的趋向。

米西林的 XH4 和普利司通的 Turanza S 轮胎均保证有 8 万英里的行驶里程。这么长的行驶里程意味着轮胎可使用许多年。问题是牵引和操纵性是否能不管寿命的长短而在整个使用过程中均保持不变。

5 滚动阻力

尽管对总平均燃油经济性(CAFE)将会提高的程度尚不明了,但是无疑低滚动阻力在北美和日本已得到优先考虑。Boczar 指出,降低滚动阻力可提高燃油经济性。阻力系数为 0.3 的车辆正在设计当中。随着流体力学的发展,轮胎对油耗的影响将会增大。

业已指出,进一步提高轮胎充气压力可降低滚动阻力。采用更为复杂和价格昂贵的胶种也可以降低滚动阻力。这样做的原因之一是在美国一些地区汽油价格低于 1 美元/加仑时,拥有轿车的公众愿意为低油耗胎承担所增加费用的程度。固特异已推出了一种新的低滚动阻力轮胎^[11],即 Invicta GFE (Greater Fuel Efficiency),据说这种轮胎可降低油耗 4%。

R. M. Shellenbarger 等^[12]指出采用芳纶纱线和尼龙单丝增强轮胎,可以通过减轻重量和降低滚动阻力来降低油耗。另外,在胶料中掺入芳纶短纤维可改善性能,提高耐磨耗性能和滚动阻力的平衡水平。在 NR 胶料中混入 10 份芳纶纤维可将沿纤维取向方向上的低定伸应力提高 3 倍。

Boczar 较详细地讨论了电动轿车及其所应用的英-公制轮胎的滚动阻力。无疑,整个汽车工业都在忙于开发电动轿车。加利福尼亚州的净化空气法规将使该地 2003 年所售轿车的 10% 为电动式,而且至少 14 个州拥有类似的法规,占新轿车市场的 50%。

这种轿车较重,且有其局限性,它要求采用滚动阻力尽可能低的轮胎。使用性能要求将不会太苛刻,因为高速行驶耗能太大,而车辆储能有限。充气压力为 65psi 的 65 系列左右的轮胎将有助于承受增加的重量和降低滚动阻力。

6 胎侧

A. J. M. Sumner 和 H. Fries^[13]指出,含“防臭氧龟裂的抗降解剂”的 NR/BR 优化胎侧胶配方数年前就有了。唯一的改进是以 SBR 部分替代 BR 以降低某些二流轮胎的成本,以及优选炭黑以获得耐磨性。

既然胎侧力求达到车辆的寿命,那么它的外观必须能经历 3 次或更多次翻新而保持完好,预期行驶里程在 10 万英里以上的轿车胎,其胎侧外观也必须始终保持完好。

据称,NR/EPDM 并用胶可改进胎侧变色和耐臭氧龟裂性能。这可消除早期使用中的抗臭氧剂变色和喷蜡及后期的臭氧龟裂细纹。已认识到需要进一步提高抗割口增长性和改进混炼程序。

W. von Hellens 等^[14]指出抗臭氧性取决于 EPDM 的用量。加入 40 份 EPDM 的胎侧在整个使用寿命期间无龟裂。高分子量 ENB 型 EPDM 的粘合机理似乎取决于承受机械功时聚合物经受分子断链的能力。这一点可通过由自由基接受体产生的高粘合和硫化状态来证明。提高混炼质量可改善粘合和抗臭氧龟裂性。

D. D. Flowers 等^[15]最近讨论过另一种提高胎侧性能的途径,这包括采用异丁烯和对甲基苯乙烯的溴化共聚物与 BR 和 NR 的并用物,并用比为 35 : 40 : 25。据说这可以

提高抗臭氧龟裂和抗疲劳龟裂增长。这种聚合物据说兼有 EPDM 和卤化丁基胶的性能,采用它可避免一些轮胎公司在胎侧胶中习惯于并用这两种胶的做法。

7 内衬层

目前,在载重胎或轿车胎内衬层中广泛采用卤化丁基胶(单用或并用)以获得低气透率。因为内衬层对滚动阻力有一定影响,所以 Jones 建议内衬层胶需要兼有 NR 的机械加工特点和丁基胶的不透气性。而且,内衬层的任何改变都不应影响成品胎的成本。

Newell 将环氧化率为 50% 的 NR (ENR-50) 和 NR 的并用胶(60 : 40) 与 BIIR 和 NR 的并用胶(70 : 30) 进行了对比。他指出,前者的气透性堪与后者相比,但前者的抗割口增长、抗撕裂和耐疲劳性能更好。对加工和老化性能未作讨论。

内衬层胶的主要发展是卤化丁基胶。Fusco^[16]论述过“星形支链丁基胶”的性能,这些聚合物的分子量分布很宽,高分子量部分支化度高。严格控制支化度可以改进聚合物的加工性能。加工无需操作油可降低气透率。

K. J. Kumbhani 等^[17]阐述了分子量分布很宽的溴化丁基胶的加工和使用特性。与普通溴化丁基胶相比,它能提供诸如较大的应力松弛、较低的混炼收缩率、较快的挤出速率及较光滑的挤出表面等优异的加工性能。

该种硫化胶的气透率较低,与胎体的粘合强度较高,而且还可或多或少地提高抗屈挠裂口增长性能。高、低分子量组分为 80 : 20 的溴化丁基胶性能非常优越,适合大规模发展。低分子量丁基胶或低分子量聚异丁烯都可作为溴化前混炼胶的低分子量组分。

S. A. H. Mohammed^[18]阐述了另一种改进溴化丁基胶内衬层的方法。这涉及一种尚处于实验阶段的聚合物 XBIIR,它含 15 份聚甲基苯乙烯树脂。在无油内衬层配方中,这种聚合物与传统溴化丁基胶相比,从混炼到轮

胎成型均具有较好的加工性能。在实验室和在轮胎中的空气保持率较高,这意味着可以降低轮胎的滚动阻力和提高耐久性。

水蒸汽透过率降低,将减少载重胎中钢丝帘线锈蚀的机会。与 NR 胎体的热硫化粘合和胶料强度也得到了提高。

8 原材料

W. K. Klamp^[19]阐述了轮胎使用不同胶种的原因,并指出了炭黑特性和操作油类型对性能的影响。他的论文对大量轮胎用胶料进行了说明。

在北美,据说一般轮胎使用 50~100 份 SBR 和 0~50 份 BR(目的是提高胎面耐磨性、抗龟裂性和降低滚动阻力)。高性能轮胎是以 SBR、溶聚 SBR、高乙烯基 SBR 或它们的混合物为基础,可以含有高达 20 份的 BR。低滚动阻力轮胎可以含有 0~40 份 NR 和 60~100 份 SSBR。据记载,这可能使成本提高 10%~100%,但能更好地平衡滚动阻力、牵引性和耐磨性。据说中型载重子午胎以 60~100 份 NR 和 0~40 份 BR 为基础,以期兼具低生热性和高耐磨性。

还提供了小胎侧、基部胶、胎侧、胎体、内衬层、钢丝带束层、三角胶条和胎圈包布胶的配方。

G. J. Wilson^[21]指出,卤化丁基胶除了前述在内胎、内衬层及胎侧中应用外,偶尔也以 5~20 份用于特种轮胎胎面中。其优点是在一定频率下,通过吸收高的能量,从而改善乘坐舒适性能和湿牵引性。存在的主要问题是严重降低耐磨性。

因为不能共硫化的 EPDM 掺入 SBR 中对耐磨性没什么影响,所以共硫化被认为是一个次要因素。诸如炭黑分散、硫化程度或卤化丁基胶微区尺寸对耐磨性的影响很小或无影响。因此,耐磨性差被认为是卤化丁基胶的固有特性。

BR 含量较高的 SBR、BR 和 HIIR 三并胶被推荐为候选胎面胶,它兼有优异的湿牵

引性和耐磨性。据记载,这种胶料需要大力发展,而且这种发展对性能的改善将是很有价值的。

9 备用轮胎和泄气保用轮胎

Boczar 指出“减少(或干脆完全取消)备用轮胎仍是尚需从技术上进一步发展的富有吸引力的思想”。汽车工业期望有损坏后能象未损坏一样以公路行驶速度继续行驶 100 英里的真正的泄气保用轮胎。

A. R. Williams 等^[21]借助图表详细描述了许多目前已有的泄气保用轮胎的概念。这些概念认为大部分泄气事故并非由于轮胎突然爆破所致,而是在过期使用中轮胎逐渐损坏所致。只要车辆直线行驶,现代悬挂设计可以掩盖泄气现象。这种认识促进了依靠测试轮胎滚动半径变化而进行工作的廉价泄气报警系统的开发。如果泄气保用轮胎得到广泛应用,那么廉价泄气探测装置的发展将随着需求而普遍为人们所接受。

10 轮胎/道路噪声

由于车辆发动机噪声变小,轮胎/道路噪声的重要性提高了,H. Steven^[22]认为降低噪声最有效的办法,从近期观点看是改进路面,这是欧洲潜心研究的课题;但从长远观点看,为尽量降低交通噪声,需将轮胎也包括在内。

在这方面,胎面花纹无疑是主要因素,但轮胎均匀性也很重要。轮胎均匀性和接头平滑性是直接影响合成胶生产公司的因素,因为这些性能取决于轮胎用橡胶的良好的恒定的加工性能。

这些因素也与轮胎的外观有关。轮胎外观对顾客和车辆检查人员的重要性日益增大,这些人可能仅因为胎侧不平而指责一条性能非常好的轮胎。

11 轮胎的回收处理

D. G. Vera 和 R. O. Simpson 指出以适当的“有利于环保且又经济合算的方式处理废旧轮胎已成为 90 年代的一个重大难题”。

按照人们的希望,废旧轮胎的处理方法排列顺序为:预防、再利用、回收、焚烧和填坑。欧洲委员会^[23]指出,欧洲每年出废胎130万吨,其中20%回收再利用,40%焚烧,40%填坑。其目标是到2000年废旧胎减少10%,70%回收再利用,20%焚烧,没有用于填坑的。

日本目前50%废胎被翻新或出口,36%作燃料,仅14%不以某种方式再利用。

A. J. Kearney^[24]指出,美国每年报废轮胎近2.4亿条,其中1.75亿~2.05亿条用于填坑或堆放。目前堆放的废胎估计超过20亿条,这是一个巨大的火灾和污染隐患。

同时,美国每年翻新轮胎3800万条。因为胎体可以翻新2或3次,所以中型载重轮胎年需求量的50%以上为翻新胎。翻胎工业关注的是可翻胎体可能很少,或者转为别的用途。1200万条轿车和轻型载重车翻新胎是年需求的很小一部分,而且数量还在减小。

回收利用包括在筑路密封涂层用沥青-橡胶、池塘内衬层、苫盖和联接密封以及代替部分铺路填料的橡胶改性沥青混凝土中的应用。橡胶沥青据说每年可使用全美1/4的废橡胶,而且只要1/8的沥青水泥中含有橡胶,就可用尽所有废轮胎。M. Blumental指出,1990年仅200万条轮胎用于沥青改性,1992年达到500万条,到1995年有可能达到1700万条。

其它回收利用的方法包括渔礁(植物粘附其上,可吸引鱼类)以及作路基或填土覆盖层。还可热解轮胎橡胶得到碳氢化合物和碳

的复杂混合物,但该混合物很复杂,目前不能以经济的方法提供原料。

废轮胎目前最有效的应用是用作水泥窑、造纸设备、公共设备及专门的轮胎供能设备等等的燃料。在水泥窑中,轮胎中的铁还可补强水泥。1992年将使用800万条轮胎,而且到1995年有可能达到2.1亿条轮胎/年。Blumental^[25]估计美国1995年将以各种方式利用废轮胎1.34亿条,1997年将达到2.2~2.7亿条。因此废轮胎将再也不必送去填坑或堆放。

W. Baker^[26]已找到一种方法混合轮胎粉末和聚乙烯以生产适于作枕木、公路护栏及水管的塑料材料。

强调回收利用轮胎,重新激发了对聚氨酯汽车轮胎的兴趣^[27]。虽然目前只使用液体注压技术生产叉车胎和农业胎,但是T. R. McLellan和N. Sims Hilditch宣称,聚氨酯轮胎能在成本-性能基础上与传统轮胎竞争。

12 结论

延长轮胎寿命,选用较小的、较低的轮胎断面和减轻重量,最终取消备用胎以及尽可能大量应用翻新轮胎的趋向,都意味着减少轮胎耗胶量。

另一方面,为了提高牵引和操纵性能,延长轮胎寿命,降低滚动阻力,又要求使用成本高且性能好的特种轮胎橡胶。

参考文献(略)

译自《Rubber & Plastics News》

8,17,P51~54(1992)