

汽车翻新轮胎的安全性

高孝恒

(桂林橡胶工业设计研究院,广西 桂林 541004)

摘要:我国公路运输状况极其复杂,交通事故发生率较高,汽车轮胎(含翻新轮胎)行驶中爆破引发交通事故十分严重。国家已将汽车翻新轮胎列入强制性产品认证管辖产品,提高其安全性是一个急需解决的问题。根据我国国情,论述轮胎翻新胎体选择件、胎体损伤检测与允许程度、翻新过程质量控制要点及翻新轮胎成品试验与检验要求。

关键词:交通事故;翻新轮胎;轮胎安全性

中图分类号:TQ336.1+6 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2004)01-0008-05

1 我国公路运输基本状况

1.1 公路运输安全问题十分突出

据报刊载,我国公路运输交通事故问题十分严峻,按占汽车拥有量的比例统计高居世界第一。据统计,2002年交通事故死亡109 831人。按每10万辆车年事故死亡人数计,是世界最高发国之一,为545人(德国汽车保有量为4 400万辆,2002年因公路交通事故死亡人数为6 842人,比我国低30多倍)。最近报道,爆胎引发的交通事故占汽车事故总数的70%^[1],被称为高速公路上头号杀手^[2]。

1.2 公路现状

据统计,至2002年年底,我国公路按技术等级分类,高速公路25 130 km,一级公路27 468 km,二级公路19 743 km,三级公路315 141 km,四级公路818 044 km,等外路382 296 km,合计1 765 222 km,高速公路占1.42%。但高速公路发展很快,比2001年新增5 693 km。2002年公路新增4.7万km^[3]。

我国公路一方面高速发展,另一方面低级公路、等外路仍占60%以上,导致轮胎品种复杂,且要求轮胎安全性高和产品多样化。

1.3 汽车营运情况

2002年年底,我国汽车保有量达2 200万辆,2001营运车为764.4万辆,其中客车255.1万

辆(大型客车16.7万辆)。根据规划,到2005年豪华大型客车保有量将占客车总量的10%以上,这些车可在平均100 km·h⁻¹、最高125 km·h⁻¹的速度下长距离行驶,对轮胎质量要求高;载货汽车多不适于在高速公路上行驶,现有509.3万辆(大、中型货车186.1万辆,专用货车12.6万辆),计划2005年重型货车将占10%,专用货车将达300万辆^[4]。

我国公路营运开始进入集约化经营阶段,各省、市纷纷建立物流中心,这些物流中心均拥有客货车达数百辆甚至上千辆,如2002年10月新国线运输集团有限公司与北美灰狗加拿大公司合作,拥有300多辆高档客车并经营90多条客运线路^[5]。营运车中以私人及个体承包的客货车占多数。近几年,我国虽加大了公路交通运输管理力度,但因多是个人经营,运输成本结构不合理(运价较低,过路费 etc 收费较高)且运输车辆结构不合理,如中型货车搞长途运输等,致使超限、“大吨小标”长距离超速行驶、轮胎缺气等仍相当普遍。轮胎因温升过高及胎体帘线损伤导致爆破是汽车交通事故的主要原因。

1.4 轮胎投放市场及质量情况

2002年我国轮胎产量约12 500万条,其中汽车轮胎约8 000万条,进出口相抵后投入国内市场的约5 800万条,其中载重子午线轮胎约622.7万条,但大多是有内胎的普通子午线轮胎,低断面无内胎子午线轮胎产量很少^[5]。

据初步统计,国内有近千家轮胎厂,取得生产

作者简介:高孝恒(1936-),男,浙江杭州人,桂林橡胶工业设计研究院教授级高级工程师,主要从事翻新轮胎研究、检测工作。

许可证的只有 119 家。自 2003 年 8 月 1 日起,未取得强制性产品认证许可证的企业,其产品将不许进入市场。但至 2002 年 7 月通过 CCC 强制产品认证的企业只有 195 家。湖南省和山东省技术监督局对市场销售的轮胎进行抽检,轻型载重轮胎和载重轮胎的合格率分别为 70% 和 50%,低级及不安全产品严重冲击市场。为保证安全,豪华型大型客车装用的低断面无内胎子午线轮胎多是进口产品(2002 年海关统计进口载重轮胎为 215 685 条)。

从上述可以看出,我国公路运输业正处于高速发展期,情况十分复杂,既有已网络化的高速公路(如山东省 2002 年 8 月高速公路已达 2 411 km,2003 年将达 3 000 km,浙江和江苏省也已形成高速公路网络)及跨省的长距离高速公路,也有大量的低等级公路甚至等外公路。且违章行车、超载超速现象普遍,导致公路交通事故(包括轮胎和翻新轮胎爆炸)频发,给人民生命财产造成严重损失。因此,对轮胎质量,特别是翻新轮胎质量要求也越来越高。近年来我国大力整治公路运输秩序,为减少公路交通事故,正在制定一系列公路运输安全法规,其中包括翻新轮胎的安全法规。

2 汽车轮胎翻新技术条件

翻新的汽车轮胎在行驶中爆破的主要原因可归纳如下:

- (1) 胎体损伤部位漏修,使用时迅速扩大;
- (2) 胎体使用寿命到期,使用时迅速解体;
- (3) 修补部位强度不足,遇障碍物引发爆破;
- (4) 补垫粘贴不牢,不耐老化引起衬垫脱开,翘边磨破内胎引起外胎爆破;
- (5) 翻新轮胎结构不合理或使用的胶料不当,高速行驶时升温过高导致轮胎脱空爆破;
- (6) 翻新工艺控制不当,如入模尺寸不合适,导致翻新时胎体受伤或结构变异,使用时爆破;
- (7) 工艺未达到要求,如欠硫、粘贴不牢等,导致行驶时胎面大面积脱空。

使翻新轮胎达到安全使用的条件:①选择可翻新的胎体,防止损伤部位过大及漏检的胎体被翻新使用;②具有成熟的轮胎翻新技术,包括原材料及配方,防止翻新部位脱开及行驶中产生高温;

③有对翻新轮胎生产过程及成品质量控制的技术与装备,防止不合格的翻新轮胎装车使用。

2.1 胎体选择

(1) 胎体损伤的检查

鉴别经使用后的轮胎是否可作为翻新胎体的技术非常复杂,一条旧轮胎若要翻新,需对可见的损伤、隐形的损伤(如胎体内脱空,裂纹,气泡,钢丝生锈,帘线疲劳、松散,钢丝拉链式断裂等)和胎体使用寿命进行评定和确认。对轮胎胎体的检查需要丰富的检测经验和高级的检测手段。可见的损伤经清理后即可判定能否翻新。对于隐形的损伤,在 20 世纪 90 年代中期以前,主要采用对胎体充气的检验方法,这种方法可检出范围较大的“硬伤”,如脱空、胎体骨架材料断裂、胎圈异常、钉眼等,但难免会出现对隐形的损伤漏检,而且如有胎体钢丝拉链式断裂,检验时不慎充气会使轮胎爆破导致伤人^[6]。美国联邦职业安全与卫生管理局(OSHA)1995 年制定了 1910.177《关于轮胎充气程序与条件》:对翻新的胎体应进行充气检验,规定在无保护的条件下充气压力不得超过 0.15 MPa,只有在有安全防护条件下才可充气至 0.75 MPa(先充气至 0.9 MPa 再降到 0.75 MPa)进行检查^[7]。我国翻胎企业现采取由人工敲击胎体,根据损伤部位发出声音异常的方法来发现胎体脱空等,其效果远不及充压缩空气^[8]。在检测企业质检中心送检的翻新轮胎中,不合格品中有 15% 属漏检,国外也有类似报道^[9]。

2002 年,先后有美国、德国、英国、意大利等国家研制成功专供翻新轮胎及胎体检测的设备,具体如下:电子脉冲 NDT 验胎机^[7],可检出胎体微小的钉眼及裂纹;小型 X 光验胎机^[10],可检出胎体钢丝帘线及钢丝圈断裂或松散;超声波验胎机^[11],可检出胎体脱空,裂纹,气泡,欠硫,钢丝生锈,帘线疲劳、松散和钢丝拉链式断裂等(被检轮胎胎体需磨去胎面花纹或浸入水中,使用不方便);激光验胎机^[12],检出功能近似于超声波验胎机,被检的轮胎无需浸入水中及磨去胎面花纹,可检出胎体中 2 mm 大小的缺陷,是目前国际上较先进的胎体检测设备;电磁波验胎机,是 2000 年德国 Tele 公司的新产品,可检出钢丝生锈部分。

有了先进的无损检验设备,可根据隐患的性

质、部位及大小确定胎体能否翻新,翻新轮胎的使用安全性大为提高。法国米其林公司设在美国的翻胎厂选择胎体采取四级检验制,即人工,电子脉冲检验钉眼,X光检验胎体骨架材料,超声波检验打磨后的胎体状况^[13]。我国翻胎企业也应引入无损检验技术和设备以提高翻新轮胎的可靠性。

翻新轮胎胎体损伤允许范围应按新制定的国家标准(现翻新轮胎国家标准已基本定稿)确定。

(2) 胎体的使用寿命与检测

轮胎的使用寿命在很大程度上取决于使用时轮胎的温度,如使用温度达 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$,其行驶里程只有1 000多km;使用温度为 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,行驶里程可达20万km甚至更高;当行驶温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时行驶里程可达100万km以上^[14]。因此美国有的运输业者提出载重车轮胎行驶速度要求达到 $120\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,而行驶温度达到 $10\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[15],这只是一种希望。

轮胎行驶时,由于较长期在高温下使用,形成“热超速”(thermal runaway)胎。将被检验的轮胎装在一双辊试验机上,旋转5 min,可发现已达到使用寿命的轮胎出现异常升温,而寿命未到期的轮胎升温较低并很快达到热平衡。

2.2 胎体损伤的修补范围

轮胎在使用过程中难免会被路面异物刺扎、碰撞而受损需修补,修补会降低轮胎的使用性能及轮胎的安全性。为保证行驶安全,国外轮胎厂规定H及其以上速度级的轿车轮胎只允许在胎冠部位补不大于3 mm的钉眼,修补后高于H速度级的轮胎降为H速度级使用。对于供大、中型客车在高速公路上行驶的子午线轮胎,胎冠部位损伤直径不大于10 mm时才允许修补,且只翻新一次(一般路面使用的轮胎部分可进行二次翻新至多次翻新)。有些新胎因结构设计不合理,造成胎肩或胎面脱空、开裂和偏磨等,翻新时有些设计可予以纠正,以防使用时这些问题再度出现。

3 轮胎翻新安全技术

从翻新轮胎,特别是高速行驶的翻新轮胎使用安全角度考虑,防止行驶产生高温并具有良好的散热性能是十分重要的。我国高速公路上行驶的汽车大多数为轿车及客车,高级客车平均车速

为 $100\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,最高车速可达 $125\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,这些车大多使用进口新轮胎,虽价格较高,但翻新率可达30%~70%,因此车主有翻新要求,翻新这些轮胎利润较高,但对翻新技术及装备要求也较高,需要全面提升翻胎技术及装备。为提高翻新轮胎技术,建议从以下几方面考虑。

(1) 选材及配方

橡胶复合材料的滞后损失是轮胎生热的主要原因,降低翻新轮胎胎面滚动阻力及滞后损失是降低胎面胶生热的主要途径。国内外均有人在胎面胶配方中使用高分散性白炭黑部分替代炭黑,使胎面胶的滚动阻力降低50%^[16]。用低滞后炭黑如DZ-13替代炭黑N234,据称可降低行驶温度 $8\text{ }^{\circ}\text{C}$;用球形纳米粒子及淀粉聚合物与橡胶混炼替代沉淀法白炭黑,有可能使轮胎滚动阻力再下降40%^[17]。使用钕系BR、溶聚SBR替代普通BR和乳聚SBR降低翻新胎面胶的滚动阻力及滞后损失,均取得了一定效果。

(2) 胎面结构

胎面及胎体打磨弧度高不宜因追求磨耗性能而过小,胎肩加强部位采取切线连接,提高胎肩部位的支撑性,减少胎肩部位变形生热,防止胎肩过厚散热不良、应力集中引发肩空和肩裂。必要时使用双复合胎面,增加胎面花纹节数,增大花纹沟面积,花纹块上加刀槽花纹。高速轮胎应限制花纹深度,胎肩下加散热花纹等,以利散热。调整各部位应力应变位置,以减少生热及改善散热。

(3) 减小胎面基部胶厚度

胎面基部胶厚度一般控制在3.0 mm以下,预硫化胎面由矩形改为双弧形可提高行驶里程15%,并可降低行驶温度^[18]。打磨胎体余胶厚度(磨面至帘布层间距离)与缓冲胶(粘合胶)、胎面基部胶厚度之和应控制在5.6 mm左右,以便降低翻新轮胎行驶温度,胶层总厚度达到8.0 mm时,翻新轮胎行驶温度将超过临界温度^[19]。

(4) 工艺措施

合理的胎体打磨粗糙度对翻新胎胎面与胎体间的附着力有很大影响^[20]。一般翻新轮胎磨面打磨,粗糙度为3[#],修补使用碳化钨砂轮(粒度36[#])磨头,用化学胶浆修补,磨面粗糙度为1[#]。磨面打磨粗糙度的掌握主要取决于技巧,应防止

打磨过热和打磨后长期停放(磨后应在 15 min 内喷涂胶浆)。

打磨工艺与附着力的关系:钉轮打磨,磨纹深为 2.0 mm,附着力为 $3.8 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ (试样宽为 25 mm);钢丝刷补充打磨,磨纹深为 0.5 mm,附着力达 $9.6 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ (试样宽为 25 mm)。对比试验的附着力具体数据如下(试样宽为 50 mm)。

细磨(RMA1[#]) $19 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;中等粗度打磨(RMA3~4[#]) $12 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;粗磨(RMA6[#]) $8 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;刷磨 $14 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 。

打磨温度与附着力的关系(试样宽为 50 mm):冷(无烟)打磨 $19 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;过热(冒白烟)打磨 $9 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;焦烧(胶发粘) $7 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;划痕打磨 $7 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 。

磨面暴露时间与附着力关系(试样宽为 25.4 mm):15 min $10 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;30 min $5 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;60 min 以上 $3 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 。

喷涂胶浆干燥时间与附着力关系(通风自然干燥,试样宽度为 25.4 mm):未干燥 $9 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;5 min $14 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;10 min $17 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;60 min $17 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;120 min $19 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;240 min $16 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$;480 min $17 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 。

(5)原材料质量标准

翻新轮胎使用的各种胶料、胶件(如预硫化胎面、包封套、硫化内胎等)等均需有质量指标。对于外购胶料,供货单位应提供质量保证及使用、保存条件说明。

(6)翻新轮胎的硫化

经翻新加工的轮胎应尽快硫化(特别是低温预硫化轮胎),应根据硫化强度制定翻新轮胎各部件胶料硫化条件,特别应防止欠硫。硫化后的翻新轮胎停放 24 h 后才能使用。

(7)轮胎修补

轮胎修补选材不当、技术不过关会导致补垫脱开而爆胎。我国没有专门生产轮胎修补材料的单位,美国泰克公司已在上海设厂,可根据轮胎的规格及损伤的性质、大小选择相应的补垫及工艺。

4 翻新轮胎成品的检验

翻新后的轮胎应标示翻新轮胎的负荷指数及

速度级别,一般需进行以下检验。

(1)人工检视

用光照及敲击可粗略发现轮胎外观缺陷、范围较大的帘线拉链式断裂、外部欠硫、胎体脱空和气泡等。

(2)充气检验

用轮胎专用充气检验机充气至 0.15~0.75 MPa 对轮胎进行检验。美国固特异设在西班牙的 R I Caucho S A 翻新轮胎出厂检验充气压力达到使用压力的 1.5 倍,可检出翻新轮胎漏补钉眼,脱空,骨架材料损伤,钢丝帘布拉链式损伤以及胎圈断裂、变形^[21]。

(3)无损检验

使用无损检验设备如激光验胎机,可检出胎体中 2 mm 的缺陷,如果胎体已经过该检验,此处可不检。

(4)修补垫的强度试验

轮胎修补垫的强度试验应使用水压试验,试验压力不低于使用压力的 3 倍。

(5)破坏性试验

在批量产品中抽检轮胎进行耐久性能、高速性能和最小破坏能试验。该种试验可用来考核翻新轮胎配方及工艺质量、胎体强度下降情况以及滚动阻力等。

(6)实际使用试验

实际使用是全面考察翻新轮胎质量的手段。是室内试验及模拟试验难以代替的。

参考文献:

- [1] 范增军. 轮胎不安全问题直接危及生命[N]. 中国汽车报, 2002-07-04(25).
- [2] 程敏. 警惕高速公路的“头号杀手”——轮胎[N]. 汽车商报, 2002-07-26(9).
- [3] 佚名. 2002 年中国公路水路交通统计[N]. 中国交通报, 2003-11-03(J5).
- [4] 肖文. “十五”末期专用汽车保有量将达到 300 万辆[N]. 商用车专刊, 2002-08-15.
- [5] 萧雷. 新国线与[灰狗]结盟[N]. 中国汽车报, 2002-10-28.
- [6] Rohlwino R. Care and caution[J]. Tire Review, 2002(6):32,34.
- [7] Bozarth M. Tyres 2002 the essen show[J]. Tire Retread/Repair Journal, 2002(7):14-15.
- [8] Rohlwing K. Retread inflation procedures[J]. Tire Retread/

- Repair Journal, 2002(5):3-7.
- [9] Bozarth M. Michelin retread technologies moves into 5th year [J]. Tire Retread/Repair Journal, 2001(9):5.
- [10] Challen J. Inspection uncovered[J]. Tire Technology International, 2001(12):48.
- [11] Bozarth M. Modern retread technology [J]. Tire Retread/Repair Journal, 1996(2):4-6.
- [12] Yeager B. Non-destructive testing of radial tires [J]. The Annual Review of Materials and Tire Manufacturing Technology, 2002:110-113.
- [13] 高孝恒. 翻新轮胎的无损检验技术进展[J]. 橡塑技术与装备, 2002(9):11.
- [14] Mannino G. Mann enough[J]. Tire Technology International, 2002(9):16.
- [15] 陈川嶽. 2000 年卡车子午胎的可翻性调查[J]. 轮胎世界 (马来西亚), 2001(4):11.
- [16] 马连湘. 轮胎生热与温度场的研究[J]. 轮胎工业, 2002, 22(6):324.
- [17] Bomal Y, Touzet S, Barruel R, *et al.* 白炭黑用于降低轮胎滚动阻力的研究[J]. 王 军译. 轮胎工业, 2002, 22(6):358.
- [18] 傅彦杰, 乔三阳, 刘燕生, 等. 钕系 BR 的基本特性与应用性能试验[J]. 轮胎工业, 2001, 21(2):85.
- [19] 王召华. 宽基工程机械轮胎的结构设计[J]. 轮胎工业, 2002, 22(4):206.
- [20] Majewski B. How much does undertread cost? [J]. Tire Retread/Repair Journal, 1994(1):7.
- [21] Majewski B. When do we have maximum adhesion? [J]. Tire Retread/Repair Journal, 1994(2):4-6.

收稿日期:2003-09-28

飞机公司再度垂青子午线轮胎

中图分类号:U463.341⁺.6 文献标识码:D

英国《欧洲橡胶杂志》2003 年 185 卷 7/8 期 12 页报道:

飞机子午线轮胎推出已有 20 多年,但它目前仅占飞机轮胎市场的 17%,尽管它的质量比斜交轮胎小 20%,起降次数多 50%。

市场占有率低的主要原因是子午线轮胎需要使用专门设计的起落架,因此通常它只安装到新飞机上。

航空公司还喜欢斜交轮胎有较长的综合寿命,它们平均可以翻新 6 次,而子午线轮胎最多只能翻新两次。

飞机子午线轮胎要大规模替代飞机斜交轮胎仍有一些工作要做。飞机子午线轮胎必须与飞机轮辋相匹配,因为它对轮辋加载方式不同。航空公司希望轮胎与轮辋相匹配,这与航空公司现有标准件有较大关系。

在两家主要飞机制造商中,波音公司采用子午线轮胎的进程比欧洲空中客车公司慢。波音公司在用的 12 000 架飞机中约有 12%~15% 安装子午线轮胎,而空中客车普遍安装子午线轮胎。

波音公司子午线轮胎使用比例低部分是由于历史原因,该公司历史较悠久,许多飞机是上个世纪 60 年代设计的,当时还没有子午线轮胎。但是,波音公司被子午线轮胎质量小、耐磨耗和起降

次数多等优点所吸引,而翻新仍是影响这家航空公司采用子午线轮胎的问题。随着原材料和加工工艺的发展,飞机子午线轮胎的翻新率必将提高,同时保持目前子午线轮胎质量小的优点。

提高子午线轮胎翻新率的一个关键因素是提高轮胎翻新后结构整体性的可靠程度,因此翻新轮胎的非破坏性检验是开发飞机子午线轮胎市场的必要工具。

波音公司与大轮胎公司均有业务往来,但其飞机子午线轮胎主要来自于米其林和普利司通,其中米其林飞机子午线轮胎占全球飞机子午线轮胎市场的 67%。固特异飞机子午线轮胎发展较慢,虽然该公司正在增大飞机子午线轮胎的产量,但它在斜交轮胎领域仍占有相当大的份额。

由于成本因素,波音公司的态度正在发生变化,目前它似乎对子午线轮胎很感兴趣。

在 2003 年供货的新飞机中,有 60% 会或将安装子午线轮胎,而两年前仅有 43%。这明确地表明,市场确实发生了变化,子午线轮胎已牢固地确立了在未来市场上的地位。

空中客车 A380 ‘super jumbo’ 和波音 777s 等喷气客机向超大型发展的趋势也给了轮胎公司很大鼓励,这些飞机可载客 600 多人,需要采用以高强度芳纶纤维为基础的混合骨架材料增强的新一代子午线轮胎。

(涂学忠摘译)