

安全轮胎的开发及其发展前景(一)

李汉堂

(曙光橡胶工业研究设计院, 广西 桂林 541004)

摘要: 依照跑气保用轮胎、防滑轮胎、智能轮胎三类安全轮胎, 分别介绍了世界各公司开发出的一系列安全轮胎和轮胎轮辋系统, 并就轻量化和安全轮胎的发展前景进行了论述。

关键词: 跑气保用轮胎; 防滑轮胎; 智能轮胎; 轻量化; 安全轮胎发展前景

随着世界各国道路交通建设的迅速发展, 特别是高等级公路里程的增加, 因轮胎爆裂而导致的交通事故频繁发生。据统计, 2002 年我国发生道路交通事故 77 万起, 死亡 10.9 万人, 受伤 56.2 万人, 直接经济损失人民币 33.2 亿元。其中 46% 的高等级公路交通事故与轮胎有关, 而爆胎占轮胎事故总量的 70%。在美国, 这一比例更是高达 80%。美国汽车工程师协会的统计表明, 美国每年约有 26 万起交通事故与轮胎故障有关。通常在汽车时速超过 160km 以上时, 爆胎造成的死亡率几乎接近 100%。

据英国邓禄普公司研究的资料, 在欧洲道路上使用的各种轿车轮胎, 因刺穿而被损坏的约占 40%, 因爆破而损坏的约在 15% 以上。因刺穿损坏而跑气变形的轮胎将不断受轮辋凸缘的割裂乃至从轮辋脱落而造成行车事故。

欧、美、日等大轮胎公司和汽车公司都纷纷从事安全轮胎结构和轮辋—轮胎系统的研究工作, 旨在保证汽车在轮胎受到机械损坏或在恶劣环境使用时, 能安全行驶。

1 跑气保用轮胎

从结构上分, 跑气保用轮胎可分为自封式和刚性支撑式两大类。自封式是在胎腔或密封层内预先充入足量密封剂, 轮胎遭外物刺穿后, 密封剂自动流到穿孔处, 堵塞洞孔, 从而维持正常行驶状态。刚性支撑式又分为自体支撑型和加物支撑型

两种。自体支撑型是在普通轮胎上增加原有的某个部件, 使轮胎失压后保持行驶轮廓, 如胎侧加强型、三角断面型等; 加物支撑型是通过增加普通轮胎所没有的部件, 达到轮胎失压后保持行驶轮廓的目的, 如内支撑物型、多腔型等。虽然各厂家研究开发的轮胎不尽相同, 但一般都具有如下一些共同特点: 跑气后仍可继续安全行驶一段较长路程; 需配备气压监控装置; 胎侧有所增强; 跑气后轮胎能牢固固着于轮辋上。跑气保用轮胎的主要技术指标为失压后的行驶速度和行驶距离。就目前技术水平而言, 前者一般为时速 80~88km, 后者一般为 80km, 最高达到 320km。

1.1 自封式跑气保用轮胎

前苏联常用的方法是在轮胎制成之后将密封层涂覆在轮胎的内表面。近来, 一些外国公司研制出液体密封剂, 将它注射到轮胎的内腔。一旦轮胎被刺穿, 密封剂便封堵穿孔, 防止轮胎失去内压。液体密封剂由水及可溶于水的聚合物(如聚乙烯醇、聚醋酸乙酯、聚丙烯酸乙醇等)组成, 含有纤维素及其他填料。

将液体密封剂通过气门嘴注入轮胎内, 在充气的轮胎中它不会蒸发。转动轮胎时, 密封剂可均匀分布在行驶部分的内表面。轮胎被异物刺穿时, 空气由穿孔泄出, 密封液受外界空气的作用, 产生蒸发而形成腔塞, 迅速地将穿孔封堵。当轮胎刺扎直径在 5mm 以内时可长时间保持其起始的内压, 扎孔直径达 8mm 可保持起始内压 1.5h,

密封剂对橡胶和金属均无腐蚀作用。

印度生产的 TBS 剂是子午线无内胎或有内胎轮胎的密封剂。它是一种含防冻剂、植物纤维、氧化硅、氧化镁等添加剂的非均相水溶液。无内胎轮胎采用该密封剂可保证封堵轮胎受锐器刺扎直径达 16mm 的穿孔, 受钝器刺扎直径达 10mm 的穿孔。不管在运行时或长时间停放都能保持内压。当有内胎轮胎受锐器刺扎直径达 3mm 的穿孔时, 密封剂可完全堵封内胎的穿孔。

也有采用以聚合物或低聚物为主的膏状或不流动的粘稠液密封剂。利用高聚物橡胶制得的密封剂的效果较差, 因此广泛使用低聚物的组分。邓禄普公司的 Polygel 润滑剂具有典型性的代表性。Polygel 是一种以聚异丁烯为主的黑色树脂状物质, 其中含有细小的弹性粉末, 用聚乙烯作凝胶剂, 用专门的辅助设施将该组分涂在成品轮胎的内表面, 涂层厚度为 3~5mm, 宽度相当于轮胎行驶面的宽度。

德国大陆公司的 Ben Seal 系列属自封式无内胎轮胎, 它的内腔两胎肩之间设置有特制的防刺穿层, 内装可流动的密封胶, 当轮胎被刺穿或者拔除刺入物后, 密封胶在轮胎内压作用下自动流到穿孔处, 堵塞孔洞。

美国固德里奇公司研发的 Golden lifesever 轮胎是一种有很好自封穿孔性的轮胎, 例如, Golden lifesever 195/70HP14 超低断面椭圆形结构无内胎子午线轮胎, 其密封层的内表面贴复合发泡剂的辅助胶片, 轮胎硫化时形成海绵橡胶层, 其网眼的气压与轮胎的内压相等。该海绵层的外表面涂覆聚乙烯乳液层, 轮胎运行时因生热作用而使乳液层熔化, 当轮胎被刺穿或者在排除刺入物时, 熔化的乳液立即挤进穿孔处而起密封作用。该乳液同时还有能诱发海绵层膨胀等特殊效应。据该公司称, 这种轮胎在胎面部位穿孔直径达 6.4 mm 时, 可自行封堵, 此轮胎所用轮辋比普通轿车的轮辋稍宽。

1.2 自体支撑型跑气保用轮胎

英国邓禄普公司制造的 Denovo-1 轮胎有两层子午结构人造丝胎体帘布层、两层钢丝带束层和加厚的胎侧。所用的轮辋宽度比普通轮胎的轮辋稍窄, 轮辋为两片式, 接缝用 O 形密封圈密封, 中心的一圈有润滑剂盒。轮胎刺穿跑气后, 盒中

润滑剂被挤出至轮胎的内腔表面。此时, 胎侧弯曲致使胎圈之上加厚部分与轮胎行驶区内表面相碰连, 形成轮辋的支柱。润滑剂受摩擦热而蒸发, 略能弥补轮胎的内压, 同时润滑剂封堵了穿孔。

Denovo-1 轮胎在不平路面上行驶时, 因其刚性大和汽车箱传递强烈冲击导致汽车的舒适性和操纵性下降。而且还有许多其他缺点, 如轮辋加重、轮胎与轮辋装配麻烦、多组分密封结构、成本相应提高和不能安装于 70 系列通用的轮辋等。为此, 该公司曾进行过改进研究, 出现了 Denovo-2 型安全轮胎新结构, 是轮胎轮辋配套系列产品。设计专用轮辋结构的基础是 Denloc 封闭的胎圈系统, 即轮辋上有一圈小槽, 加长和增强的胎趾落在槽之内, 使轮胎牢牢地固定在轮辋上, 甚至在苛刻的行驶条件下也不会移动。Denovo 轮胎主要的改进是按 Denloc 原理制造的单片式轮辋, 同时将原用的焊接工艺改为轧制方法。将轮辋凸缘减低, 有一圈 4~5mm 深的小槽便于顶住轮胎的胎趾。近来 Denovo-2 轮胎所用轮辋又改为坚硬轻合金以铸造方法制造。据介绍, 新结构轮胎跑气后可以高于时速 80km 的速度行驶 160 多 km。

专为 Denovo-2 轮胎又新研制一种粘稠状润滑密封剂——Polygel, 是在轮胎生产的最后阶段于高温下涂覆在胎面下部轮胎的内表面。据介绍, 用 Polygel 封堵穿孔, 轮胎内压无明显损失, 若穿孔在 6mm 以下, 从轮胎的外面用一个简单的胶塞塞紧即可修好。

日本住友公司的 CCT (综合技术轮胎, 它虽属刚性支撑式的自体支撑型, 但与传统技术又有所不同。CCT 从胎面到胎侧这一段轮廓线有多个连续变化的曲率, 即使减薄胎侧, 这种轮廓线的轮胎仍拥有良好的自支撑能力。

日本普利司通公司的跑气保用轮胎有 Expedia 系统和火鹰系列。Expedia 系统是由跑气保用轮胎、楔形车轮和智能预警器三部分组成。在无内压条件下, 能够以时速 88km 速度安全行驶 240km。火鹰系列有四大特点: (1) 适配普通轮辋; (2) 无内支撑物; (3) 属普通断面; (4) 重量比固特异同类产品轻。上述特点是藉加厚轮胎胎侧, 采用独特的带束层设计而获得的。同时取消特制轮辋和内支撑物。这是它与其他跑气保用轮胎不同之处, 因此更受市场欢迎。火鹰轮胎在失压下

能够以 88km 时速安全行驶 80km。

美国固特异公司 1998 年开始将其所有替换轮胎生产转为生产跑气保用轮胎,相继推出 8 种规格 Eagle EMT 轮胎。Eagle EMT 轮胎属内支撑物+胎侧加强型。这是一种漏气后在不损坏并保持全部原有性能条件下,可以 88km 时速继续行驶 320km 的轮胎。这种轮胎的特点是:(1)胎侧部位置有两个高而坚挺的增强层,以便在漏气时使胎侧不会被压塌,并降低爆胎的危险;(2)两层钢丝束层上还有一层缠绕冠带层。

1.3 加支撑物型跑气保用轮胎

上个世纪研制首批充气车轮时,曾提出过含多个内胎的轮胎可能成为今后的发展方向。轮胎内腔的多个内胎,以不同的内压进行工作。与轮辋相毗邻的内胎内压高于与行驶面相毗邻的内胎。当时也曾提出由一个中介物使各个内胎联系起来,当中介物的任何一处被刺穿时,损坏仅限于在轮胎一周的小范围之内。

法国克勒勃-哥伦布公司的 TTT 型三腔轮胎是最具这种特征的轮胎之一。该轮胎有三个充气的内胎:一个主胎和两个与胎侧内壁硫化在一起的辅助内胎,两侧的内胎分别单独充气,其内胎高于主胎的内压。此轮胎不要求采用专门的轮辋,且无需备用轮胎。当主胎被穿刺时,侧胎便增大体积,并维持轮胎中的内压,但这种轮胎因使用性能不佳和制造工艺复杂而未被推广。

韩国生产的多气室内胎已投入市场,使用这种内胎即使汽车轮胎损坏漏气还可行驶。这种内胎像珠子穿成链那样,由许多单个小胎室组成。每个胎室是一个自身带阀的封闭储气室,若从一个胎室漏出气体,则内压作用使其他胎室延伸再次充满整个轮胎。这种轮胎出现故障不必换胎,只要更换破坏的分室即可。

利用刚性套架或其他辅助装置的目的是进一步探索安全轮胎新结构。当轮胎损坏后内压急剧下降时,橡胶金属套架便承受负荷,保持轮胎的使用性能。这种轮胎的快速路面试验表明,其工作性能不佳。当轮胎刺穿后缓慢跑气时,行驶 10km 后轮胎和橡胶金属套架便完全损坏。若轮胎跑气很快,则行驶 3~3.5km 后轮胎和橡胶金属套架即开始损坏。

法国米其林公司目前成批生产的跑气保用轮胎有 MXV4 ZP 系列、PAV/PAX 系列。1997 年米其林推出 MXV4 ZP(ZP 系零气压英文缩写),它的主要特点是:(1)经增强的胎侧几乎垂直于地面,其高度仅为同规格标准轮胎的一半左右;(2)轮胎最宽点在胎圈;(3)车轮内侧直径稍大于外侧直径;(4)轮胎内置有支撑部件;(5)装于特制的平底车轮上。MXV4 ZP 在失压时能够以 88km 时速行驶 80km。

同年米其林还研制成功一种特制车轮+内支撑物型跑气保用轮胎 PAV(垂直固定充气轮胎),它的特点是:(1)轮胎断面最宽处在胎圈,其直径大于或等于轮胎外凸缘直径;(2)轮胎胎侧接近垂直,而且胎侧高度只有相同规格普通轮胎的 1/2;(3)特制平底轮辋,内置空心橡胶环,起锁定胎圈和跑气支撑作用。它失压后能够以 80km 时速行驶 200km。其滚动阻力比普通轮胎低 10%。1999 年米其林将 PAV 技术升级,改称 PAX(胎唇垂直锚泊轮胎),PAX 系统包括:(1)将轮胎连接点和胎侧之间的过渡部分除去,在改善转向的同时,也确保行车舒适。低扁平比是 PAX 系统最明显的特征;(2)PAX 系统以两个卡子把轮胎机械地固定在轮辋上,即使在无轮胎内压时,外胎的绷紧度及连接处的固定力都会增加;(3)当轮胎跑气时,以合成橡胶制造的支撑环支撑轮胎继续滚动,可在零轮胎气压下继续行驶;(4)支撑环与轮胎接触时,跑气探测器会发出讯号并显示在仪表板上;(5)PAX 系统的“防胎唇错位”设计,令胎唇不论在任何情况下仍牢固地卡在轮辋上。PAX 系统可以让车辆具有赛车的行驶性能,提高了驾车安全性、舒适性和操控性之间的平衡。同时它显著地改善了轮胎性能,节能省油,并可提高车辆的运动性及安全性,即使轮胎跑气或爆破后,带有轮毂的车轮也不会脱离开来,并让汽车在跑气后仍能以每小时 80km 的速度行驶 200km,全面保护驾驶者及乘客的安全。

意大利倍耐力公司 EMI(整体组合膨胀泡沫轮胎)属特制轮辋+内支撑物型,胎腔内预置经特殊工艺制成的丁基泡沫橡胶环。一旦轮胎失压,泡沫橡胶环立即快速膨胀,充满整个胎腔,支撑起胎体,维持轮胎正常行驶。(未完待续)