

上下延伸 左右扩展 开拓轮胎循环利用新局面

程 源

(北京化工大学, 北京 100029)

摘要: 本文从新胎、用胎、翻胎和废胎谈起, 直到再生胶、胶粉及其制品, 还包括裂解回收, 全面阐述了轮胎的循环利用, 尤其介绍了新技术、新方法和新开发。

1 引言

进入 21 世纪, 世界经济走强, 能源和资源日益紧张, 价格突飞猛涨。更由于公路发展, 物流兴旺, 汽车和轮胎都在大上特上(轮胎年增长 10 亿条)。就我国而言, 高速公路总里程居世界第二, 汽车产量世界第三, 轮胎产量更逼近全球之冠(2005 年预计 2.7 亿条)。目前我国年耗胶量 335 万 t, 70% 靠进口, 占世界总产量的 1/6。生产一条新轮胎平均耗胶 20kg, 而合成 1kg 橡胶需 3kg 原油, 我国已成为世界第二耗油大国(年超 2 亿 t)。

轮胎从新到废一般在两年左右, 按一半计算, 每年的废旧轮胎已过亿条。如今国家大力提倡循环经济, 轮胎是关系到国计民生, 其循环利用亦属重中之重。若以翻胎为例(最多可翻新 5~6 次), 比制造新胎节省资源和能源各 2/3, 节约成本及减少废胎生成量也各 2/3, 且翻新轮胎价格仅为新轮胎的 1/2, 而其行驶里程(一次翻新和二次翻新)都与新轮胎相等或接近, 高者可超过新轮胎, 达 145%, 就是三次翻新和四次翻新也能达到新轮胎行驶里程的 70%~80%, 因此各国都把翻新轮胎列为轮胎循环利用之首。不能翻新的旧轮胎可粉碎制成胶粒, 部分制成再生胶和胶粉, 同时回收钢丝和纤维, 再用于轮胎和其它橡胶制品, 或在道路改性沥青、运动跑道、交通护栏、铁道枕木、建材、涂料、热塑性弹性体中直接应用。最差的废胶还可高温裂解, 回收燃料油(40%~50%)、炭黑(30%左右)及废钢(20%左右)。其中, 回收燃料

油现价每吨 2500 元、炭黑 2200 元、废钢 1200 元。若再把回收的炭黑制成墨粉或墨水(复印机、传真机和打字机用), 墨粉国际价格每千克 44 美元, 1kg 炭黑加上其它添加剂可制成 2kg 墨粉, 此处每千克的成本仅为 4.4 美元, 若每千克卖 22 美元(半价), 亦是高附加值的产品之一。可见, 废旧轮胎浑身是宝, 不收不用不知道。

2 从新轮胎谈起

轮胎循环利用的起点在新轮胎, 因其旧轮胎的可翻新性和可翻新次数及翻后效果, 关键在新轮胎的质量, 尤其取决于胎体。因此, 新轮胎从设计、结构、工艺、制造, 直到质量体系, 都应作相应的考虑, 若胎体不行, 翻胎就无从做起。

当前, 我国的轮胎翻新率几乎世界最低(新翻比为 34:1, 翻新轮胎的替换率, 轿车近于 0, 载重轮胎 3%, 相当于美国的 1/20, 巴西的 1/10), 新轮胎的胎体质量差应列为第一关系。我国轮胎生产厂近千家, 为降价竞市, 必然千方百计降低成本, 加之近年新胶涨价, 又都搞轻量化, 致使胎体帘布层之间胶量减薄, 造成脱层、脱胶, 导致轮胎不能翻修。现在的国产全钢子午线轮胎合格率高的也只有 88%, 存在气泡、子口露胶、胎里缺胶等先天隐患。最近有关部门抽查了两个省的新轮胎, 不合格率竟高达 50%。更有甚者, 为适应运输市场超载的需要, 可设计成“超载王”(2003 年产量 1000 万条), 并设计了双胎圈, 甚至三胎圈和

多层次。超载造成胎体过早疲劳,致使不能翻新。

为了在生产新轮胎时就考虑今后的翻新问题,必须启用“利益驱动”。按国外的新惯例,买新轮胎收废轮胎处理费,而翻新轮胎则免收此项费用。如法国每条载重轮胎(平均重 53kg)收取 12.92 欧元的废轮胎处理费,农用轮胎(平均重 77kg)收 32.28 欧元,工程轮胎(平均重 365kg)收 179.69 欧元。为鼓励使用翻新轮胎(包括多次翻修),并促进轮胎厂提高轮胎翻新率,在一些国家已实行买新轮胎加收翻新费,且终身免费翻修。这样轮胎就必须能翻新,且能多次翻新,不然你的轮胎只用一次,或翻新次数少,用户白花了翻胎费。人家可多次翻新,一条顶几条用,轮胎成本就低多了。因此哪家轮胎厂生产的轮胎可翻性好,哪家的轮胎就畅销。米其林生产的全钢丝子午线轮胎在欧洲使用时的翻新率可高达 85%~95%,在我国台湾省使用也能达 30%,而在我国大陆使用时的翻新率还不到 15%。从 1991~2004 年,我国新轮胎产量翻了 6 番,而翻新轮胎只增长了 50%。1991 年我国的翻新率还有 10%,现在反而下降了 7%。米其林之所以成为轮胎王牌,在于其轮胎设计的第一理念是给用户带来最大的利益,能想方设法延长轮胎的使用寿命,同时也千方百计提高翻新次数。米其林在世界各国建有 80 多家翻胎厂。固特异多达 167 家。

3 从用胎算起

我国的轮胎翻新率之低,当然也与用户的使用不当有关系。如超载和苛刻行驶,尤其是一胎到底。因此国家应从环保代价考虑,规定磨损极限,到限必须强制翻新。同时还应启动效益杠杆,更重要的是让运输用户看到降低运输成本的直接效益。当然还要有翻新轮胎的质量保证措施。其中,公交车的轮胎翻新率最高,我国也可达到 70%,而高速公路用大巴车的翻新轮胎的效益最好。据上海公交统计,其传统热翻的斜交轮胎(10.00-20)一次翻新轮胎的行驶里程可达 11 万 km(最高的可达 20 万 km),二次翻新的轮胎可达 8 万 km,三次可达 6.5 万 km,四次可达 6 万 km。其翻新轮胎的价格仅为新轮胎价格的 20%,平均翻新一次的里程是新轮胎的 80%。据新加坡添福翻胎承包车队介绍,采用冷翻法的一条预硫化

翻新轮胎一次即可节约每公里成本 25%,若能翻新四次即可节约 100%。而翻新一条 11R22.5 子午线轮胎的加工费仅为 140 新元,平均每条的利润为 20 新元,4 个员工日翻胎量 700 条,设备投资 14 万新元,不到一年即可收回投资。

4 从翻新轮胎干起

目前,世界各国都很重视轮胎的循环利用。在欧盟,经翻新的载重轮胎的替换率为 57%,轿车轮胎为 28%。美国的经翻新的载重轮胎的替换率为 53%,巴西为 30.9%。我国号称有 500 家翻胎厂,年翻新量不过 700 万条,且多采用老的热翻法。近年来,沿海地区有一百多家引进国外先进的冷翻技术和设备,但多未达到经济规模。与轮胎产量第一的美国相比,仅奔达可一家公司的年翻新量就达 2000 多万条,并在 100 多个国家建立了 1100 多家翻胎厂。我国轮胎产量世界第二,翻胎与新胎相比至今未能与时俱进。如今,国家提倡循环经济,在国内也必将掀起“翻胎热”,此乃潮流所及,应抓住时机,从翻胎干起。

任何落后都主要归因于技术和工艺装备。在我国翻胎行业传统的热翻方法已经成熟并积累了多年的经验。通过近年的消化吸收,采用冷翻技术扩大产量和规模也已不成问题。目前的难点是诸多的关键设备不能国产化,工艺也不配套,更无交钥匙的样板工程可供借鉴,应建立几个分地区的翻胎示范工程,走机械兴业之路。为尽快改变我国翻胎的落后局面,应以有引进全套技术和设备的企业为样板,并以有实力的机械厂为依托,吸收高校和研究院所,采取“产学研”三结合,筹建三条在国内可以示范推广的生产线。

1. 条状预硫化胎面冷翻生产线,经济规模可达 30 万条。

2. 环状预硫化胎面冷翻生产线,经济规模可达 20 万条。

3. 注胶胎面移模罐式硫化生产线,经济规模可达 10 万条。

不管是哪种示范都必须进行翻前检选和翻后检验。目前我国在这方面仍属空白。轮胎在翻修前进行检验和选择可保证旧胎的可翻性,而对经翻新的轮胎进行检测则是为了保证其翻后的质量。新轮胎都能进行在线检测,翻新轮胎为何不

能?可见没有外力介入不行,必须结合产学研,先消化吸收再国产化。

建立示范生产线,从技术层面看工艺软件都可过关,唯独装备硬件难以国产化。靠高价引进,翻胎行业何能扩产?我国的翻胎归根结底是工艺装备尚未入门。本来就资金困难,引进就更难。其中也包括模具,目前虽然国内有生产,但精度不够,寿命不长,花纹太少。新轮胎特别注重花纹的设计,翻胎为何不能效仿?既然预硫化胎面都能独立制造,且温压自由选取,为何没有自己的独立花纹?

5 从废轮胎用起

收购一条旧的全钢子午线轮胎,均价是 120 元,翻胎的成本不到 400 元,每条新胎售价 1500~1800 元;收购同样一条废轮胎的均价为 50 元,制成再生胶每吨售价 3200 元,制成胶粒或胶丝每吨为 2000 元,磨成胶粉每吨售价 2800 元。回收尼龙或聚酯纤维每吨 1500 元。这都是看得见的效益,关键是得卖的出去,不能有无市。因此必须把它们派上用场,不然我国的再生胶和胶粉都已产能过剩,两者都需拓展应用。否则像现在这样,杀价竞争无利可赢,反而被“土炼油”乘机而入(环境污染十分严重),致使废轮胎价格节节攀升。又因为废轮胎和旧轮胎供应紧张,导致走私严重。当然,如果用废轮胎炼油采用环境达标的热裂解法亦是应提倡的。

目前,废轮胎用的最好的还是美国。2002 年其新轮胎产量是 2.4 亿条,轮胎的年耗量为 3 亿条,80%的废轮胎被回收利用。可见,轮胎的循环利用也与技术和装备的整体水平有关,当然也与国家的重视程度有关,美国的翻胎和胶粉应用都曾公布过相应的强制性法律。

6 从胶粉制品托起

目前,我国再生胶的年产量为 120 万 t,用于轮胎生产约为 40 万 t,加上其它橡胶制品用合计约为 60 万 t。胶粉的应用还远不如再生胶,尤其是胶粉制品目前尚属凤毛麟角。为什么说的多,做的少,会做或能做的就更少。一说,胶粉制轨枕,造出来了吗?试用了吗?又说,胶粉制房屋顶瓦,至今没见上马;更说,胶粉能做交通护栏、地

板、地砖,并可铺设运动场馆,可 2008 年奥运场馆建设仍靠全套高价引进,至今没有国产取代。可见,做不出或销不动,只能是纸上谈兵。故开拓胶粉制品,应重在应用。

关于各类胶粉的开拓,已多次报道,此处不作重复介绍,笔者认为,应重点开发三个渠道:一是制造各类橡塑并用鞋底。我国年产胶鞋 40 亿双,底料多为橡胶、塑料、聚氨酯和热塑性弹性体,尤其是后者,可以大量掺用胶粉,前提是混合均匀并增压固化,这可是个大市场。当然,还应注意颜色和花样,二是制造涂料,可用于港口、码头、桥梁、海边护栏等建筑物,尤其是航海舰船,用胶粉涂料既防水、防腐,又可防止贝壳类附着生长,尤其是高弹性,可减少噪声,减缓冲击。荷兰和挪威等早已成功推广应用,我国至今无人问津。三是制造热塑性弹性体,目前世界产量为 1.7 万 t,且还在逐年扩增。为了便于橡塑共混和并用,新合成的块状橡胶还得粉碎成胶粉。为使其增加弹性和韧性,在混合过程中进行动态交联(控制困难),为何不直接用硫化胶粉?废橡胶经物理粉碎后,仍属三维网状微细弹性体,虽然其化学结构稳定,难以直接再交联和塑化成型,但可加入中间体,令其表面接枝,进而改善界面,在注压成型时,发生原位反应。这样即可实现胶粒之间再交联。这是循环利用废橡胶的最好方法,因它是弹性体制造弹性体。此类中间体可有多方位的选择,如 BMI—间苯型双马来酰亚胺。其实 Goodyear 公司早有专利(已过保护期),人们在应用中还在不断改进和创新。笔者举两个例子加以说明:一是直接高温高压成型法(200℃,每平方厘米 85kg),可直接粉末成型,不加任何添加剂。其力学性能可达天然橡胶的 40%,但必须是单一胶粉,不能与天然橡胶、丁苯橡胶和顺丁橡胶并用。二是 80 目轮胎胶粉、200 目 BMI(5 份),加压成型时间 15min,温度 200℃,其拉伸强度为 7MPa,撕裂强度为每米 18kN。

以上两个案例权作引玉之砖,值得试制借鉴。国外的汽车保险杠多采用加胶粉的热塑性弹性体。预计 2010 年,国产汽车年产量为 1000 万辆,保有量过亿辆,市场之大,可想而知。此外,港口用的轮船靠岸大型护舷也可多掺胶粉,用量可观。

(下转第 7 页)

而斜交轮胎产量只是略有增长,但斜交轮胎是传统产品,原来的产量很大,所以基数也大,虽是略有增长,但绝对数也有三、四百万条之多。2003 年尼龙帘线需求量 21.84 万 t,但实际产量 24.85 万 t,2004 年需求量 26 万 t,实际产量 31.57 万 t,2005 年尼龙帘线需求量约在 27.3 万 t,而计划产量有 37.67 万 t,计划产量明显大于需求量。另外,结构性的缺陷较为明显。在 2004 年的尼龙帘线总产量 31.57 万 t 中,尼龙 6 有 24.6 万 t,占 77.83%,尼龙 66 有 7 万多 t,占 22.17%。而从轮胎企业实际使用情况看,尼龙 6 的需求量增长不大,尼龙 66 的需求量在不断增加,其中高强度的尼龙 66 用在增强型斜交载重轮胎和轻载轮胎上,改性尼龙 66 用在轻卡子午线轮胎和轿车子午线轮胎上。

3.4 芳纶帘线

芳纶帘线因具有低密度、高强度、尺寸稳定性好、柔韧性好,以及耐高温、抗老化、重量轻等许多优点,可替代部分钢丝帘线和其他化纤帘线,国内已有轮胎企业在研究开发,并取得了一定的效果。据上海轮胎公司试制的芳纶载重子午线轮胎与钢丝载重子午线轮胎相比较,重量减少 10% 以上,滚动阻力降低 10%~20%,耐久性试验达到相同水平,而轮胎的高速性能、强度性能均有大幅度提高,节油性能也更突出。因此发展前景看好。最近,北京首创轮胎公司在市场上已隆重推出盾牌 3M-BH005 系列的芳纶载重轮胎,即集芳纶骨架、仿生花纹,智能配方三位一体的载重轮胎,具体规

格有 9.00-20, 10.00-20 等。据介绍,用芳纶做载重轮胎的缓冲层,高速性能、耐磨性能、节油性能、舒适性都有很大的提高。但用芳纶做轮胎,还有一些问题有待解决,例如芳纶价格高,每吨 30 多万元,每用 1kg 芳纶成本要增加 200~300 元;国内芳纶尚未形成产业化生产,都要靠进口来解决;还有芳纶与橡胶的粘合、轮胎整体的刚性、导热性、吸湿性等方面的技术问题,还有待改进和提高。从目前来看,载重子午线轮胎都采用钢丝帘线,包括国外大轮胎公司也是如此。而用芳纶做各种子午线轮胎的缓冲层,特别是高性能乘用车子午线轮胎的缓冲层,在技术、成本和产品售价等方面还是可行的。所以要用芳纶来代替钢丝帘线还有一个较长的过程。一旦芳纶国产化,价格有大幅度的下降,产品质量和数量都能满足轮胎行业的需求时,芳纶轮胎才能有大的发展。

最近,有关专家正在进行中国轮胎发展战略研究,其中比较乐观的估计为:到 2010 年,全国轮胎需求量达到 3 亿条(包括 1/3 的出口,下同),子午化率从现在的 50% 提高到 70%。到 2015 年,全国轮胎需求量达到 4 亿条。子午化率再提高到 80%,到 2020 年,全国轮胎需求量达到 5 亿条,子午化率进一步提高到 90%。在轮胎企业和轮胎产品结构调整基本完成后,轮胎质量、品种、能源消耗等都有极大的提高,并在众多的轮胎企业中,会有一到两家企业脱颖而出,进入世界轮胎工业前 10 名。总之,中国轮胎工业的前途是光明的,轮胎骨架材料的前途也是光明的。

(上接第 3 页)

7 结语

我国的单位资源产出相当于美国的 1/10,日本的 1/20,其单位产值能耗是日本的 8.7 倍,故我国现在十分强调科学发展观,并指导科学的经济循环。为此,轮胎循环利用必须上升到新胎,下延到翻新轮胎,这也是世界潮流所至。轮胎无论如何不能一用到烂。普利司通公司最近在布鲁塞尔成立了直属翻胎厂,承担其所产轮胎在欧洲的翻胎业务,并建立了胎体供应中心和翻胎网络。同时,提供配方、炼胶及预硫化胎面。米其林公司和倍耐力公司都在欧洲建立了旧胎回收和翻胎体

系,可回收并翻修 85%~95% 的旧轮胎。至于胶粉改性沥青,美国 1997~2003 年,公路使用胶粉 8000 万 t,我国至今不如人家的十万分之一,而胶粉用于公路的起步同在六七十年代,从实验到现在仍然还在试验路段,这也算中国特色?目前,世界轮胎产量年增加 10 亿条,我国的在用轮胎 3 亿条,至今循环不起来,为什么?应学习米其林公司,先造市场,后建工厂,生产跟着营销走,并靠创新不断开拓新市场,扩大旧市场。美国再生产业的规模可与其汽车行业相比,其再生产业的产值每年可高达 2360 亿美元。与世界接轨,我国的再生产业也该跳起来,不然是摘不到桃子的。