

硫化胶囊结构对半钢子午线轮胎质量及硫化胶囊使用寿命的影响

张 文

(东营金泰轮胎胶囊有限公司, 山东 广饶 257335)

摘要:概述半钢子午线轮胎硫化胶囊结构的演变,分析普通断面和低断面半钢子午线轮胎硫化胶囊结构、造型和使用寿命等,探讨硫化工艺操作对轮胎质量和硫化胶囊使用寿命的影响。新安装硫化胶囊的夹缘尺寸与卡盘尺寸应合理匹配,并充气验证硫化胶囊质量是否符合工艺技术要求;正常在用硫化胶囊应正确涂刷隔离剂,合理设定排压、抽真空时间和抽真空拉伸高度;停机待用硫化胶囊应根据实际情况进行合理处置;对现场硫化胶囊进行合理保护,通过采取这些措施可以有效延长硫化胶囊的使用寿命,提高成品轮胎质量。

关键词:硫化胶囊;轮胎;内轮廓;结构;使用寿命

中图分类号:U463.341⁺.3/.6;TQ336.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2018)0- -07

20世纪90年代后,我国轮胎工业的升级速度不断加快,以斜交轮胎和硫化罐硫化工艺为主的生产方式逐步被子午线轮胎和硫化机硫化工艺所取代。目前,半钢子午线轮胎的系列和生产规格更加齐全和丰富,对硫化胶囊的需求也更加旺盛,硫化胶囊替代使用频繁。本工作探讨了硫化胶囊结构对半钢子午线轮胎质量及硫化胶囊使用寿命影响。

1 半钢子午线轮胎硫化胶囊结构的演变

20世纪八九十年代,国内半钢子午线轮胎生产规格、产量均较少,硫化胶囊都是手工绘图设计,形状基本都是似梯形状或园鼓状[见图1(a)和(b)中I型和II型],轮胎多属60和65系列及以上,规格品种少,轮胎与硫化胶囊匹配性相对较好,传统的硫化技术工艺和硫化胶囊基本满足了生产工艺技术等要求。

随着半钢子午线轮胎技术的飞速发展,以及全系列、多品种和超高温硫化工艺技术的广泛应用,对硫化胶囊耐老化、低变形,特别是硫化胶囊形状等提出了更高、更多要求,同时CAD绘图和模

具数控加工技术的普及应用使硫化胶囊的形状设计逐步地变化成似园球型或更趋近轮胎内轮廓形状[见图1(c)和(d)中III型和IV型],能更好地与轮胎内轮廓曲面完美结合,便于胎坯装模定型,有效延长硫化胶囊的使用寿命。

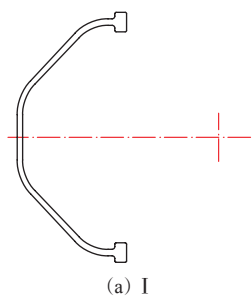
目前硫化胶囊外表面有两种基本形式:一种是带有一定角度的排气沟槽,沟槽区间有碎石花纹(多种类型),优点是排气效果好,但老化后不够美观;另一种是带有一定角度的排气沟槽,沟槽区间是光滑的亚光曲面,优点是美观、上档次,一般高档半钢子午线轮胎使用光面硫化胶囊硫化的较多,缺点是不能掩饰瑕疵。两种花纹形式的硫化胶囊在使用上没有孰优孰劣之分,导热性、耐老化、抗撕裂性等基本特性完全一样,不同的是排气沟槽的角度、宽窄、深浅和疏密度,碎石花纹也只是碎块的大小、形状和排列密度上有差异。

2 半钢子午线轮胎硫化胶囊结构

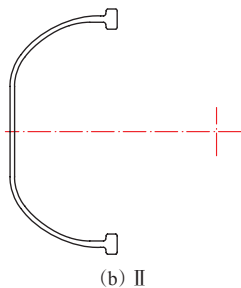
2.1 普通断面半钢子午线轮胎硫化胶囊

近10几年,半钢子午线轮胎的品种、用量成倍增加。伴随着轮胎规格品种的增加,硫化胶囊代用问题随之增多,虽然轮胎大小相近,但不同系列的轮胎内轮廓有差异,在相同工艺条件下操作,胎里外观质量缺陷时常出现,既影响了质量,又增加

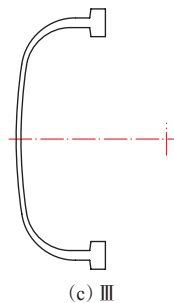
作者简介:张文(1966—),男,山东肥城人,东营金泰轮胎胶囊有限公司工程师,学士,目前主要从事硫化胶囊结构的开发和售后服务工作。



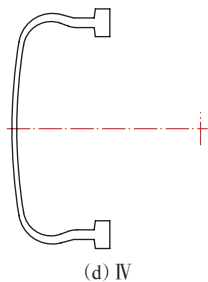
(a) I



(b) II



(c) III

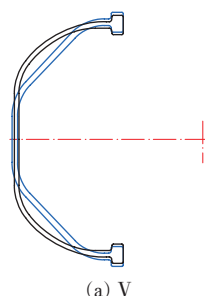


(d) IV

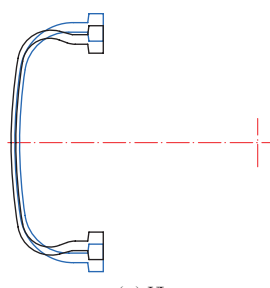
图1 硫化胶囊结构形式

了员工的劳动强度。

比如国内某轮胎企业,由于轮胎胎里外观质量缺陷出现的机率较高,因此生产相同规格轮胎,在硫化条件、工艺操作等不变的情况下,重新优化设计不同结构形状[见图2中V型]的硫化胶囊,使轮胎胎里外观质量明显改善,外观质量不良率明显减小,同时减轻了胎坯管理、硫化员工的劳动强度(反复修坯劳动),提高了效率,基本杜绝了硫化胶囊筋线沟裂问题(见图3)。分析认为,优化硫化胶囊设计后,胎坯定型时硫化胶囊体积更加饱



(a) V



(b) VI

图2 硫化胶囊结构优化示意



(a)



(b)

图3 肩部筋线沟裂示意

满、与轮胎内轮廓表面结合覆着完美、排气效果更好,同时降低了硫化胶囊肩部胶料的应变,抵消了内应力,延长了硫化胶囊的使用寿命,平均使用寿命增加了13.8次。

2.2 低断面半钢子午线轮胎硫化胶囊

当前,低断面半钢子午线轮胎(S5和50系列及

以下)已成为轮胎生产的主流产品。由于轮胎扁平率的变化,硫化胶囊与轮胎内轮廓选型变得越来越不好匹配,原因是不同轮胎生产厂家的卡盘参数五花八门,相同硫化胶囊即使生产相同规格轮胎,很多也不能通用,导致硫化胶囊模具越来越多,对硫化胶囊生产和管理控制造成极大不便。图4示出了硫化胶囊夹缘颈部与壁厚的区别。

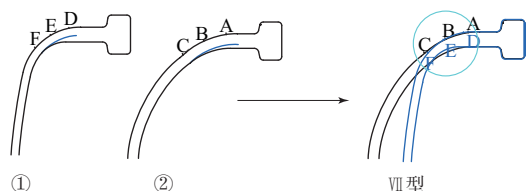


图4 硫化胶囊夹缘颈部与壁厚的区别

相对于普通断面轮胎规格,低断面半钢子午线轮胎胎里质量缺陷问题率明显要高,原因一是轮胎结构(冠部宽、胎侧短)所致,二是胎坯存放时肩部变形、装模操作不易定型,三是轮胎内轮廓与硫化胶囊断面形状匹配差,四是硫化胶囊自身夹缘部位曲线过渡急[见图5中C],易造成使用隐患。

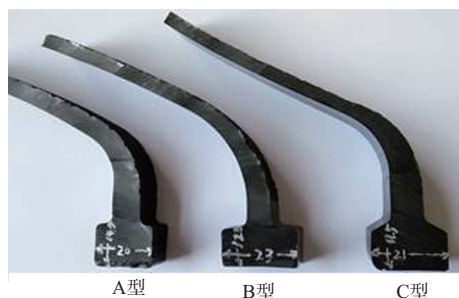


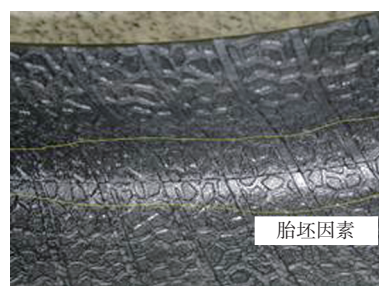
图5 相近大小硫化胶囊的夹缘尺寸与壁厚过渡的变化

2.2.1 低断面半钢子午线轮胎胎里外观质量缺陷

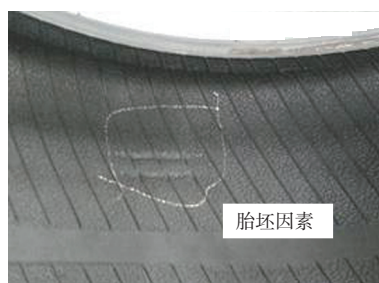
低断面半钢子午线轮胎胎里常见外观质量缺陷如图6所示。这主要是因为轮胎扁平率的减小,导致轮胎内轮廓胎侧部位曲线变短、曲率变大(见图7),当胎坯装模定型时,不便于硫化胶囊的均匀伸张和胎里窝存气体的排除,导致硫化后轮胎内里外观存在不平、窝气疤、褶皱等质量缺陷,造成成品轮胎一次性合格率低。

2.2.2 子午线轮胎与硫化胶囊常规选型方法

虽然《橡胶工业手册》中给出了子午线轮胎与硫化胶囊常规选型匹配方法以及硫化胶囊与轮胎生产的选配参数范围,但各个轮胎生产厂家在实际生产中应用效果不同。例如有两家企业均生产



(a)



(b)

图6 低断面半钢子午线轮胎胎里常见质量缺陷示意

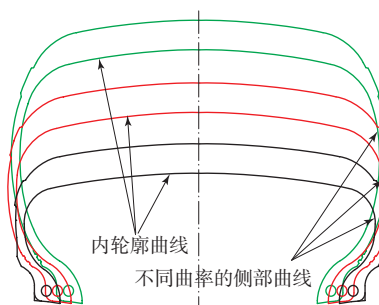


图7 同规格不同扁平比轮胎断面示意

215/45R17轮胎(花纹近似),使用同一批次的同一规格硫化胶囊,硫化胶囊平均使用寿命竟相差136次。使用次数低的厂家也强调自家工艺操作等没有问题。

随着内径大尺寸、低扁平率轮胎越来越成为主流产品,硫化胶囊形状分化越来越明显,与轮胎内轮廓匹配好、胎里质量缺陷少,同时能够降低硫化胶囊囊体部位胶料的应力应变、质量稳定可靠的硫化胶囊[见图2(VI)型]正逐渐成为客户的首选。

2.2.3 低扁平率轮胎硫化胶囊使用寿命普遍短

低扁平率轮胎硫化胶囊使用寿命普遍短。主要是在硫化胶囊与轮胎趾口部位接触区域过早出现问题[见图8(a)],影响了硫化胶囊的整体使用寿命。硫化胶囊选型时应注意硫化胶囊夹缘部位结



(a)



(b)



(c)



(d)

图8 硫化胶囊与轮胎趾口部位区域破损缺陷

构的形状,在相关参数接近的情况下,选型图5中的A和B型可有效缓解硫化胶囊在恶劣使用条件下的早期损坏。

2.2.4 选型匹配适宜的硫化胶囊

生产低扁平率轮胎时,选型匹配适宜的硫化胶囊尤为重要,尽量选用符合图2Ⅵ型和图5中A和B型硫化胶囊,定型时硫化胶囊膨胀曲线与轮胎内轮廓曲线覆合完美,胎里不易窝存气体,可明显降

低胎里质量不良现象。此外,计算硫化胶囊直径伸张值(R_s)时,参数易取大值,计算硫化胶囊周长伸张值(L_s)时,参数易取小值,这样可减少硫化胶囊侧部局部膨胀过大,增强整体膨胀效果,缓解硫化胶囊早期损坏的几率。各轮胎生产厂的硫化条件及工艺技术操作等有差异,工艺技术人员要摸索出适合本企业的硫化胶囊参数取值范围,从而提高轮胎的外观质量,延长硫化胶囊的使用寿命,降低综合成本,增加企业效益。

2.2.5 理论上硫化胶囊越薄越好

轮胎硫化胶囊作为轮胎生产过程的纯胶制品硫化工具,理论上越薄越好,导热好能提高轮胎硫化效率,不要只着眼于硫化胶囊的使用次数。硫化胶囊是靠压力将胶料充满模腔硫化成型的,并趁热强制从芯模上脱出,因此硫化胶囊结构形状是否合理、均匀、美观,对于硫化胶囊内在质量至关重要,图4中②的结构形状(A,B和C弧处壁厚变化过渡长)优于①的结构形状(E,F和D弧处壁厚变化过渡短),胶料在此处流动压力不会有明显的波动,压力比较均衡,产生气泡、层流、焦烧的机率少,胶料内在因素波动小,可确保硫化胶囊质量稳定。当然,硫化胶囊A,B,C,E,F和D弧处(图4所示Ⅶ型圆圈处)在硫化使用时也是受力比较大的部位。

2.2.6 硫化胶囊结构形状与轮胎内轮廓匹配好

首先考虑的关键因素是,在轮胎硫化生产中硫化胶囊结构形状(曲线吻合好、直径伸张、周长伸张完美)与轮胎内轮廓匹配好。当匹配性受制约时,应充分考虑利用胶料配方性能优势互补,针对硫化胶囊的薄弱方面,发挥胶料的抗撕裂、高伸长性、耐高温老化、变形小等特点,同时应重视选配条件。

2.3 建议

HG/T 4626—2014《轮胎硫化胶囊》虽已在2014年10月份就开始正式实施,但标准对轮胎生产使用硫化胶囊卡盘尺寸没有做约束。建议轮胎协会制订统一的进程路线图,随着模具、卡盘等不断淘汰更新,经过3~5年的时间对HG/T 4626—2014内容进行更新补充。半钢子午线轮胎的系列、规格众多是造成硫化胶囊规格品种复杂的最重要原因。目前,B型硫化胶囊是企业最广泛使用

的类型,A型和AB型等基本上被淘汰。实施统一标准后,可实现各轮胎企业硫化胶囊通用,减少硫化胶囊规格品种,有利于企业降低模具制作费用和管理费用等,也可优化轮胎与硫化胶囊尺寸匹配的适宜性,使各类资源利用最大化。

3 硫化工艺操作对轮胎质量、硫化胶囊使用寿命的影响

硫化胶囊本身质量(导热性好、伸长率大、硬度适当、耐高温老化、永久变形小等)好是提高轮胎内外在质量及硫化胶囊使用次数的基础,但在保护性的条件下使用,更能体现硫化胶囊的使用价值和寿命次数。

3.1 新装硫化胶囊的使用

新安装硫化胶囊的夹缘尺寸与卡盘尺寸应合理匹配,保证硫化胶囊密封完好、充气验证硫化胶囊质量符合工艺技术要求。不得过度充压,一般充至硫化胶囊直径到模具直径1.25~1.4倍时,硫化胶囊的大部分缺陷(偏心、表面异物、气泡、砂眼等)均可发现,能够验证硫化胶囊均匀性和外观质量;活动上卡盘,以验证夹缘是否压紧、压正和密封完好性。有条件的可提前对待用硫化胶囊表面均匀涂刷保护剂,无条件的则硫化胶囊安装后先均匀涂刷隔离剂,特别是与轮胎趾口接触的区域更要涂刷均匀、厚实,然后合模均匀预热硫化胶囊待用。此外过度充压膨胀复验硫化胶囊,极易导致硫化胶囊出现偏心、永久变形等超标,缩短硫化胶囊的使用寿命。

3.2 正常在用硫化胶囊的控制

轮胎制造工序中,硫化胶囊使用方法的正确与否,既是对轮胎内外在品质的保证,也是控制成本的关键。正常条件下,半钢子午线轮胎硫化胶囊报废原因基本上都是上卡盘侧硫化胶囊与轮胎趾口接触部位的区域[(见图8(b))]或外表面或内表面有问题,当然特殊情况下的硫化胶囊损坏(如硫化胶囊杂质、套筒夹破等)除外。

(1) 胎坯装模定型操作时,对硫化胶囊必须有效均匀涂刷隔离剂。特别是对于低扁平率轮胎,一次定型压力不宜太低,以减少胎里窝存气体总量,二次定型高度不宜过高,以便于排除肩部窝藏气体和胎趾圆角,各轮胎公司应根据各自的设备

状况、员工的实际操作水平,切实、合理制定自动硫化程序步骤或手动定型细节,既能保证轮胎质量,又可改善硫化胶囊的早期损坏,增加硫化胶囊的使用次数。

(2) 轮胎硫化结束后合理设定排压、抽真空时间和抽真空拉伸(上卡盘)高度。先进的液压硫化机设备已具备自动控制调整拉伸高度的能力,设定硫化胶囊使用一定的次数后,拉伸高度可逐步加大,从而抵消了硫化胶囊热老化、疲劳变形等影响,可以明显缓解硫化胶囊夹缘的周向裂口、筋线沟的纵向裂口(见图9)等。同时,如果硫化机控制管路上排压阀、真空阀、调压阀不严密以及过度抽真空等,会导致硫化胶囊出现一些意外损伤(挤伤、撕裂)而报废。不良的操作习惯(涂刷隔离剂不均匀、不及时)以及隔离剂效果差等均会影响硫化胶囊的合理使用次数。图10(a)和(d)显示状态表明硫化胶囊使用正常;图10(b)和(c)显示状态表现硫化胶囊与胎里会黏连,上卡盘上升致硫化胶囊上侧过度拉伸或摩擦,不但会造成轮胎外观质量缺陷,还会造成硫化胶囊过早出现裂口等严重影响使用寿命的质量问题而报废。

(3) 硫化工艺操作技术属经验型重复性工序工作,现阶段再先进的硫化设备、再严格的流程程

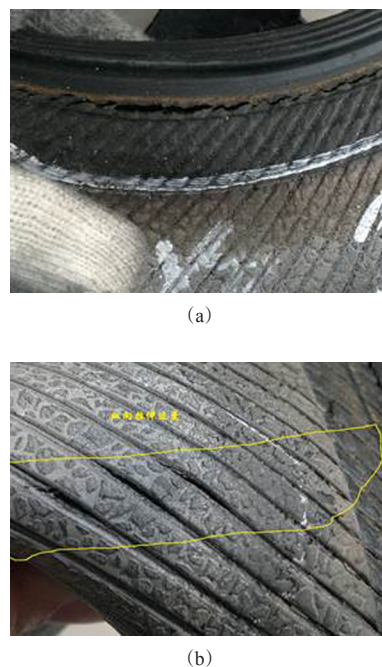


图9 硫化胶囊夹缘的周向裂口和筋线沟总向裂口

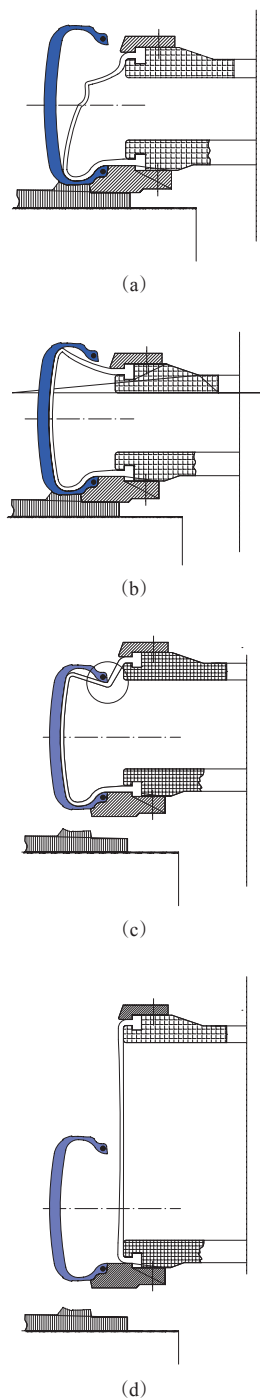


图10 轮胎出模时硫化胶囊各类状态示意

序也无法完全取代工人的经验,硫化员工应提前仔细观察硫化胶囊,发现表面(气泡、裂口、黏连等)异常及时处置,可避免很多不必要的损失。

3.3 停机待用硫化胶囊控制

现在半钢子午线轮胎企业大都采取执行订单式生产计划,以期降低各类成本占压。由于各种

原因,机台上硫化胶囊总是不能物尽其用,有时理论剩余次数能达150多次或更多。这种情况出现时,一是将限量的胎坯合理分配机台生产,控制停机硫化胶囊的更换条数,生产计划完成后,将硫化胶囊的剩余次数及时更换到可匹配的相近轮胎规格,减少浪费,增加硫化胶囊的总使用次数;二是短期待机再产,关闭机台热源,硫化胶囊表面均匀涂刷保护剂或隔离剂后,保持硫化胶囊微充气状态(见图11)待用;三是对较长时间停机待用或暂无可匹配的相近轮胎规格使用的硫化胶囊做上标记(规格、使用次数等信息),表面涂刷保护剂后,保持原型挂放在接近硫化胶囊内直径的弧面上(见图12),待机再用,提高精细化管理水平和综合效益。



图11 待机硫化胶囊储存方式



图12 停机硫化胶囊储存方式

3.4 现场硫化胶囊的合理保护

虽然购销合同中都有对硫化胶囊的预期保护性储存等明文约束条款,但在实际现场理赔中发现,特别是领用到硫化生产现场的硫化胶囊,不少企业储存间、维修间共用,更有严重的是室内阳光直射、润滑油、机油等共储一室。硫化胶囊提前拆包装、大量折叠擦压、不能做到先进先出循环使用等,会导致新硫化胶囊出现局部老化裂口、折叠处龟裂等现象。正确的做法是:根据轮胎生产计划量和硫化胶囊预期使用量,领用对应数量的待用硫化胶囊储存在硫化现场专一的周转库房,拆除

包装,恢复硫化胶囊原状存放待用,存放4~8 h以消除硫化胶囊胶料变形部位的内应力,达到提高硫化胶囊使用次数的目的。

4 结语

轮胎硫化胶囊作为轮胎制造过程中耗材成本

较大的一块,如何在不影响轮胎质量的情况下延长硫化胶囊的使用寿命,需要硫化胶囊制造商和轮胎生产商多沟通、多探讨、多改进,以改善轮胎行业合成橡胶资源过度损耗现状,有利于建设低碳环保节能型企业。

收稿日期:2017-03-20