

新型H3000鼓型橡胶护舷的研制

于智¹, 智放², 李忠³

(1. 沈阳化工大学, 辽宁 沈阳 110142; 2. 沈阳经济技术开发区管委会, 辽宁 沈阳 110041;

3. 沈阳化工集团, 辽宁沈阳 110006)

摘要:介绍新型H3000鼓形橡胶护舷的研制。根据船舶靠泊修正因数、排水量、法向靠岸速度等计算靠岸有效撞击能量, 确定橡胶护舷压缩变形、反力和吸能量。护舷胶料主体材料以天然橡胶为主, 并用丁苯橡胶、顺丁橡胶或三元乙丙橡胶, 硫黄硫化体系采用后效性促进剂CZ和防焦剂CTP, 补强剂以高耐磨炭黑或中超耐磨炭黑等硬质炭黑为主, 并用通用炭黑。护舷采用定制单体夹壁罐硫化。成品护舷的反力-变形性能和吸能量等达到设计要求。

关键词:鼓型橡胶护舷; 有效撞击能量; 配方设计; 单体夹壁罐

中图分类号: TQ336.4⁺2 **文献标志码:** B **文章编号:** 2095-5448(2016)01-34-06

随着我国综合国力的不断增长, 经济高速发展, 特别是海运物流的快速发展, 大型船舶的吨位不断增大, 对港口、码头的靠泊安全性要求日渐提高。鼓型橡胶护舷具有弹性好、吸能量大、维护方便、使用寿命长和便于大批量生产等特点, 是近年来针对大型船舶开发的护舷新品种, 在国外被广泛应用。应某大型港口靠泊特种船舶的要求, 沈阳化工大学联合橡胶护舷生产企业共同承担了H3000鼓型橡胶护舷的产学研项目。通过详细的现场考核, 根据港口具体情况及靠泊船舶的吨位、航速、水流速度和涌浪高度等多种数据, 并综合考虑其他影响因素, 研制了新型H3000鼓型橡胶护舷, 用在船舶靠泊时减缓冲击, 保护码头和船舶免受冲撞。

1 设计要求和相关计算

1.1 设计要求

针对港口方的实际情况及设计要求, 按交通运输部颁布的《港口工程荷载规范》计算船舶靠岸的有效撞击能量, 再根据撞击能量选择合适的护舷设施。所选用的橡胶护舷在设计压缩变形时的吸能量应大于船舶的有效撞击能量, 而护舷反力应小于靠船建筑物的允许反力, 护舷面压力应小于船舶傍板的容许面压力。根据实际情况并参考

英国标准(安全性指标高), 本工作对传统鼓型橡胶护舷设计思路进行创新, 提出在现有鼓型护舷的基础上设计防冲板加盖尼龙贴面板, 以承受护舷被压缩时所产生的反力, 分散护舷对船体的作用力, 船舶在有掩护法向靠岸速度为 $0.10 \sim 0.12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、无掩护法向靠岸速度为 $0.12 \sim 0.25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时, 反力与吸能量、反力与面压力均达到设计要求。

1.2 船舶靠岸有效撞击能量计算

船舶靠岸时的有效撞击能量计算方法不尽相同, 一般按式(1)计算。

$$E = 1/2 C m_1 V^2 \quad (1)$$

式中, E 为船舶有效撞击能量, kJ; C 为靠泊修正因数, $C = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3$, 其中 C_1 为附加水体质量影响因数, C_2 为船舶靠岸点偏心影响因数, C_3 为靠船建筑物影响因数; m_1 为船舶排水量, t; V 为船舶法向靠岸速度, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

1.2.1 附加水体质量影响因数 C_1

大型船舶在水中航行时, 船体周围的水体(称附加水体)在船舶的带动下随之运动, 当船舶停靠码头时, 船体周围的水体也随着船舶运动并通过船舶对码头产生撞击能量, 这部分水体的质量称为附加水体质量, C_1 就是附加水体质量影响因数, 一般按式(2)计算:

$$C_1 = 1 + m_2/m_1 = 1 + \pi D^2 L P_w / 4 m_1 \quad (2)$$

式中, m_2 为附加水体质量, t; D 为船舶吃水, m; L 为船的长度, m; P_w 为海水密度, $P_w = 1.025 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

作者简介: 于智(1969—), 女, 吉林集安人, 沈阳化工大学副教授, 硕士, 主要从事功能高分子材料的研究。

对于一般货船 $C_1=1.59$,对于矿石船 $C_1=1.31\sim 1.54$,对于油轮 $C_1=1.35\sim 1.67$,但对于栈桥式、墩式等透空式码头,可以不考虑附加水体影响, $C_1=1.00$ 。本设计中码头为重力式, $C_1=1.59$ 。

1.2.2 船舶靠岸点偏心影响因数 C_2

船舶斜向靠岸时,一般船舶纵轴线与码头前沿线夹角 θ 小于 10° (如图1所示),视靠泊时的实际情况,有船首靠泊和船尾靠泊。由于受力点位置与船舶重心往往不吻合,船舶靠泊时产生回转或横摇,也可减小部分船舶撞击能量,消散能量可用 C_2 表征。在一般情况下只考虑船舶平面回转所消散的能量,并按式(3)计算 C_2 。

$$C_2=r^2/(r^2+l^2) \quad (3)$$

式中, r 为船舶在水平面上绕重心轴的回转半径,一般 $r=0.25L$; l 为船舶重心到船舶靠岸点距离在码头方向的投影(如图1所示)。

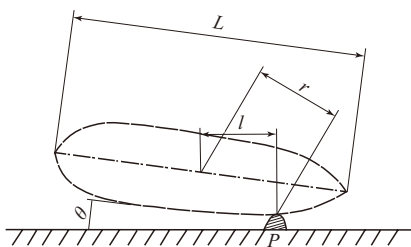


图1 船舶靠岸示意

本设计中综合考虑船舶的吨位和长度,船舶靠岸点可选 $1/4$, $C_2=0.5$ 。

1.2.3 靠船建筑物影响因数 C_3

栈桥码头和柔性靠船墩等靠船建筑物在船舶撞击力(等于护舷反力)的作用下产生弹性形变,吸收一部分船舶撞击能量,此时 $C_3<1.0$,本设计是针对刚度较大的重力式码头,可不考虑其变形的吸能影响, $C_3=1.0$ 。

1.2.4 船舶排水量 m_1

船舶吨位一般用总质量、载质量、排水量等表示,三者间的关系如表1所示。

表1 总质量、载质量、排水量之间的转换系数

吨位种类	货船	矿石船	油轮
总质量	0.70	0.63	0.60
排水量	1.35	1.30	1.30
载质量	1.00	1.00	1.00

1.2.5 船舶法向靠岸速度 V

大型船舶的靠岸主要靠拖轮。随着船舶逐步靠近码头,拖轮逐步停止推进,依靠本身惯性靠泊,虽然本身速度很小,但由于大型船舶本身吨位大,其撞击能量与船舶质量和 V 成平方关系。因此,虽然 V 很小,但是仍要控制。通过现场勘查以及听取业主及设计部门的意见,调阅当地水文资料、船舶设计参数,参考海军对水面舰艇靠泊的相关规定后,建议大型船舶配备4~5艘拖轮协助靠泊,选择操作灵活,顶、拖性能好的拖轮拖拽。在此条件下,船舶的 V 如表2所示。

表2 船舶法向靠岸速度 V

载质量/t	$V/(m \cdot s^{-1})$	载质量/t	$V/(m \cdot s^{-1})$
2 000	0.22	20 000	0.11
5 000	0.15	60 000	0.09
10 000	0.13		

1.2.6 靠泊修正因数 C 和安全因数

根据护舷选型和设计经验及国内外资料确定 C 和安全因数。 C 是护舷选型时从护舷本身考虑的因数,安全因数需考虑船舶正常靠泊以外的其他不利因素。本研究确定的 C 没有考虑护舷材料制作工艺和物理性能的差异。与安全因数相关的因素包括:码头泊位区域的风、流、浪等自然条件的骤然变化,多艘拖轮协助靠泊时由于通信和意图领会不当出现的不协调,船舶驾驶人员的操作失误等。本文对此不再一一探讨。

2 选型依据

通过上述数据模拟计算,为满足船舶的有效撞击能量,本研究决定制备外包尼龙面板的H3000鼓型橡胶护舷。

H3000型鼓型橡胶护舷的结构如图2所示。

2.1 压缩变形

在反力不增大的情况下,H3000鼓型橡胶护舷

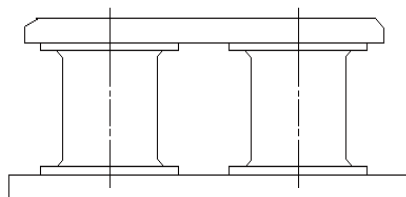


图2 H3000鼓型橡胶护舷的结构示意

设计压缩变形大,比V型橡胶护舷的压缩变形提高18%,比M型橡胶护舷提高10%,从而使护舷吸能量大幅度增大。H3000鼓型橡胶护舷设计压缩变形为47.5%,最大压缩变形为50%,公差为10%。

2.2 安装间距

H3000鼓型橡胶护舷被压缩时,其本体的外径将膨胀变大,所以护舷在安装时要保持适当的间距,以保证不互相碰撞。H2000~H3000鼓型橡胶护舷安装间距控制在2 880~4 500 mm。

2.3 反力和吸能量

通过实体成品性能测试得到,H3000鼓型橡胶护舷设计反力为5 800 kN,最大反力为6 750 kN,设计吸能量为6 700 kN,最大吸能量为7 200 kN。H3000鼓型橡胶护舷成品侧向剪切力小,吸能量大、反力小,更换方便,适用于船舶、码头、船坞等,应用广泛并利于平时调换。

2.4 摩擦因数

船舶前部设置防冲板和尼龙贴面板,可减小面压力,并使防冲板与船板的摩擦因数减小,从而使大型船舶的靠泊剪切力大大减小。当船舶傍板不平整时,在靠泊中常常造成橡胶护舷防冲板变形损坏。H3000鼓型橡胶护舷增加尼龙贴面板就是为了减小摩擦因数和靠泊剪切力,从而避免护舷防冲板变形损坏。

3 配方设计

橡胶护舷的基本要求是吸能量大、反力小,对船体的面压小。这些要求与护舷的总体结构及橡胶缓冲件的形状构造有关,也与胶料的性能有关,所以控制胶料的硬度很重要。一般来说,胶料硬度越高,反力和面压力越大,吸能量也大。橡胶护舷胶料的邵尔A型硬度控制在58~82度范围内。

由于橡胶护舷在受冲撞时,依靠变形来吸收能量,而过大的反力和面压力对船舶靠泊不利。因此,橡胶护舷要获得最佳的使用性能,仅考虑胶料的硬度是远远不够的。

通过实地测量,船舶靠泊时,整个橡胶护舷受力是不均匀的,橡胶护舷既被压缩、弯曲,又要承受剪切、扭转、摩擦等作用,因此应有足够的强度和弹性,并需要耐老化和耐海水侵蚀。鼓型橡胶护舷胶料的含胶率约为50%,以使橡胶护舷具有低

压缩变形和足够的弹性。

3.1 主体材料

胶料主体材料以进口或国产天然橡胶为主,并用丁苯橡胶、顺丁橡胶或三元乙丙橡胶,以平衡胶料耐磨、耐寒、弹性等性能,并降低成本。

3.2 硫化体系

H3000鼓型橡胶护舷是厚壁制品,要求胶料硫化曲线平坦,因此胶料硫化体系中加入后效性次磺酰胺类促进剂CZ。为了提高胶料在模具内的流动性,控制胶料的早期硫化倾向,胶料硫化体系中加入适量防焦剂CTP,以达到抗焦烧的目的。

3.3 补强体系

为提高橡胶护舷的硬度、抗撕裂性能,保持弹性,胶料补强体系以高耐磨炭黑或中超耐磨炭黑等硬质炭黑为主,并用通用炭黑来平衡胶料综合性能。

3.4 防护体系

橡胶护舷长期受天候老化、海水侵蚀等作用,因此胶料中防护体系不可缺少。可选用的防老剂有防老剂A,D,RD等;为了提高耐紫外线性能,添加防老剂4010NA和1~4份石蜡。石蜡会不断向表面迁移,喷出后在橡胶护舷表面形成老化保护膜。

H3000鼓型橡胶护舷胶料配方如表3所示。

表3 H3000鼓型橡胶护舷胶料配方 份

组 分	外层胶	中层胶	内层胶
天然橡胶	60	30	50
丁苯橡胶	20	40	50
三元乙丙橡胶	20	0	0
顺丁橡胶	0	30	0
中超耐磨炭黑	45	0	50
高耐磨炭黑	0	70	0
通用炭黑	30	30	20
氧化锌	5	4	4
硬脂酸	2	2	3
机油	2	0	10
古马隆树脂	5	10	0
松焦油	13	15	6
石蜡	4	2	1
防老剂4010NA	1	0	1.5
防老剂RD	1.5	1	0
防焦剂CTP	1	0	1
硫黄	2	2.1	2
促进剂CZ	1	2.0	1.2
促进剂TMTD	0	0	0.3
促进剂DM	1.2	1.5	0

4 工艺条件

4.1 胶料收缩率

胶料硫化冷却后收缩,造成成品尺寸比模具型腔尺寸小,因此在模具设计时要考虑胶料的收缩率。影响胶料收缩率的因素很多,主要有胶料的热膨胀,制品的结构形式、断面壁厚、有无嵌件,胶料的含胶率、硫化温度、生胶种类、硬度、硫化条件。计算收缩率的公式也较多,常用的有3个,分别为根据制品和模具型腔尺寸计算的公式、根据硫化胶邵尔A型硬度计算的公式、根据硫化温度计算的一般公式。在实际生产中,根据硫化胶硬度计算的公式使用方便,而且对橡胶护舷这样的大制品,尺寸要求不是很精确(公差为 $\pm 7\%$),因此大多采用硫化胶硬度计算的公式:

$$\eta = (2.8 - 0.02k) \times 100\% \quad (4)$$

式中, η 为胶料收缩率, k 为硫化胶的邵尔A型硬度。

经过实际测试,邵尔A型硬度为67度的胶料收缩率为1.46%。

4.2 金属骨架处理

目前金属骨架与橡胶粘合的方法主要有4种,包括硬质胶粘合法、硫化磷直接粘合法、异氰酸酯粘合法和胶粘剂粘合法。在日常操作中常采用异氰酸酯粘合法,该法虽然原料不稳定且对人体有害,但其粘合强度很高,较适合于橡胶护舷。

H3000鼓型橡胶护舷内嵌钢板的异氰酸酯粘合法操作步骤如下。

(1) 钢板进行喷砂处理,然后用稀盐酸酸洗,待干燥后用丙酮除去表面油脂,备用。

(2) 硫化前4 h将异氰酸酯粘合剂涂刷在已处理过的金属表面,停放2 h。

(3) 在涂有粘合剂的表面再涂高硬度胶料胶浆,形成粘合增强层。

(4) 将厚度约为8 mm的高硬度胶片贴在粘合增强层上。

(5) 将缓冲胶片贴在高硬度胶片上。

4.3 成型

成型是根据橡胶护舷结构,将半成品胶片在成型模具中粘贴成预制件。各种胶片在成型前都要按产品规格,制成一定形状的半成品,外层胶和内层胶半成品的厚度要严格控制。由于产品存在一定收缩率,预成型时应加入适当过量的胶料,硫

化时多余的胶料通过预留的溢胶口流出,这对保证成品尺寸精度和提高产品质量具有重要意义。

本产品是有嵌件的橡胶护舷,除了在模具设计时应保证嵌件的正常定位公差外,在成型时应注意保证嵌件的位置准确(如预留定位销)。

4.4 硫化设备

H3000鼓型橡胶护舷具有体积大、硫化时间长、保温要求高等特点,研制兼具加压和加热性能的单体夹壁罐设备是本项目的一项重要内容。

本研究开发的单体夹壁罐设备采用夹壁通蒸汽的加热系统,根据优化热力学温度场参数进行加热系统结构布置,节能效果显著。采用该设备硫化,大大改善了胶料的流动性和制品表面平滑性,降低了成本,提高了生产效率和成品合格率。

4.5 硫化条件

H3000鼓型橡胶护舷硫化条件的确定采用硫化效应法。在确定厚制品的硫化条件时,首先要算出各胶层的硫化效应。为了计算各胶层的硫化效应,必须确定各胶层的实际硫化温度。本研究采用国内较先进的热电偶测量法测量硫化温度,用热传导计算求得各胶层的硫化效应。

H3000鼓型橡胶护舷是大型橡胶制品,宜使用较大的硫化压力,本研究采用的硫化压力为20 MPa。在此压力下,将等效硫化效应计算结果与胶料实际硫化效果进行比较确定,H3000鼓型橡胶护舷的硫化温度为148℃,硫化时间为140 min。

5 配件

5.1 防冲板

防冲板是安装在橡胶护舷前端的钢结构装置,用以承受护舷被压缩时所产生的反力,分散橡胶护舷对船体的作用力。尼龙贴面板由螺栓和螺母紧固在防冲板上,可以定期更换。尼龙贴面板可以减小船体与护舷表面的摩擦力,从而增大橡胶护舷的抗剪切能力。防冲板经喷砂处理后涂漆防腐。防冲板的顶端与两侧的边缘倒角距离约100 mm,以免锋利的边缘损坏船体或划掉船体上的油漆。本研究防冲板采用900 mm方块板拼合而成,为了最大限度地提高吸能量与减小反力,采用两鼓一板的连接形式。

5.2 橡胶弹簧链

鼓型护舷规格在H2000以下时,护舷本身能够支撑前防冲板,一般不采用橡胶弹簧链。H3000鼓型护舷因防冲板的质量较大,超过了本体允许的静负荷,就要用橡胶弹簧链来牵拉防冲板。橡胶弹簧链安装在护舷系统的两侧,当整个系统受斜向压缩时,其一端将被拉伸,该端链条将受到较强的拉力。

5.3 金属配件

锚固螺栓:将护舷固定在码头或靠船墩上;防冲板:保护船体及橡胶护舷本体;贴面板:减小摩擦因数,保护船体;橡胶弹簧链:牵拉防冲板;剪切链:限制护舷系统的剪切变形;拉链:在局部压缩时可限制护舷拉伸。

5.4 配件材质

配件钢型号:护舷与防冲板连接件 1Cr13或2Cr13;护舷与码头连接件 A3或1Cr13或2Cr13;橡胶弹簧链 A3或A25;剪切链和拉链 A3或A25;贴面板与防冲板连接件 A3镀锌或A3;螺栓 1Cr13或2Cr13;垫片 A3或A25镀锌;预埋螺母 1Cr13或2Cr13;地脚杆 A3或A25镀锌;地脚板 A3或A25镀锌。贴面板材料为尼龙。

6 成品性能

6.1 外观

H3000鼓型橡胶护舷表面无明疤,无油污,本体无缺胶,外形尺寸达到设计要求。

6.1 物理性能

成品橡胶护舷物理性能如表4所示。

表4 成品橡胶护舷的物理性能

项 目	实测值	指标 ¹⁾
邵尔A型硬度/度	67	≤82
拉伸强度/MPa	17.3	≥18.0
拉断伸长率/%	360~380	≥350
压缩永久变形(70℃×22h,压缩率25%)/%	22	≤26
70℃×96h热空气老化后		
邵尔A型硬度变化/度	+4	≤+7
拉伸强度下降率/%	9	≤20
拉断伸长率下降率/%	12	≤20

注:1)HG/T 2866—2003《橡胶护舷》。

6.3 反力-变形性能

沈阳化工大学按HG/T 2866—2003测试H3000鼓型橡胶护舷的反力-变形性能。测试时按使用压缩方向将护舷固定在力学性能试验机地板上,以 $(70\pm 5)\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ 的速度加压,压力误差为±5%,记录护舷压缩高度,直至达到设计压缩变形量时的对应压力值(即反力)。重复试验,取后2次数据平均值绘制反力-变形曲线,并计算吸能量。实测得H3000鼓型橡胶护舷的最大压缩变形为50%,反力为6 750 kN,吸能量为7 200 kN,完全达到设计要求。

7 结语

本研制H3000鼓型橡胶护舷各项性能均达到HG/T 2866—2003的要求,通过有关部门检验,并得到了用户好评。同时,通过设计、选型、工装、生产、检验的全过程规范管理,健全了生产操作规范,保证了产品质量,取得了良好的经济效益和社会效益。

收稿日期:2015-10-23

Development of New H3000 Drum-type Rubber Fender

YU Zhi¹, ZHI Fang², LI Zhong³

(1. Shenyang University of Chemical Technology, Shenyang 110142, China; 2. Shenyang Economic and Technological Development Zone Administrative Committee, Shenyang 110041, China; 3. Shenyang Chemical Industry Group, Shenyang 110006, China)

Abstract: This paper introduced the development of new H3000 drum-type rubber fender. The effective impact energy during landing was calculated based on landing correction factor, displacement, normal landing speed, and then the compressive deformation of rubber fender, counter force and energy absorption were determined. The main material was NR, blended with SBR, BR or EPDM. The curing system was sulfur

vulcanization system with accelerator CZ and scorch retarder CTP. The compound was reinforced mainly by HAF black and super wear-resistant carbon black, and also filled with semi-reinforcing carbon black or general black. The fender was cured using a custom single wall autoclave. The counter force deformation property and energy absorbing property of the finished fender met the design requirements.

Key words: drum-type rubber fender; effective impact energy; formulation design; single wall autoclave

米其林整合欧洲轮胎业务

中图分类号: TQ336.1; F272 文献标志码: D

由于欧洲载重轮胎新胎和翻胎市场需求放缓,米其林集团公司决定整合轮胎业务。公司正在着手关闭其设在英国、意大利和德国的部分轮胎生产设施,裁员1 600多人,同时将投资2.9亿美元,提高其英国和意大利轮胎工厂的现代化水平,建立完善的轮胎物流配送网络。

米其林在英国的经营活动主要集中在轿车轮胎和轻型载重轮胎以及翻新轮胎市场的增长方面,在2020年之前将为实现这种战略计划投资9 400万美元。

米其林将向其位于英格兰的邓迪(Dundee)工厂投资7 550万美元,使其轿车轮胎和轻型载重轮胎的产量在2020年提升30%,并添加能生产更大尺寸轮胎的新型设备,建造新仓库,以满足轮胎产量不断增长的需求。米其林将向其位于英格兰的斯托克(Stoke-on-Trent)工厂投资1 600万美元。同时,米其林将关闭其设在北爱尔兰的巴利米纳(Ballymena)载重轮胎工厂。

米其林在意大利生产的轮胎占其欧洲轮胎产量的10%。米其林决定在意大利实施五年战略计划,投资1.97亿美元进一步提升其意大利库内奥(Cuneo)和亚历山德里亚(Alessandria)工厂的轿车轮胎和载重轮胎产量。库内奥工厂拥有2 000多名员工,它是米其林的大型轿车轮胎和轻型载重轮胎生产厂,也是欧洲最大的轮胎半成品生产基地之一。到2020年该厂的轿车轮胎和轻型载重轮胎产量将提高20%,产品类型逐渐转向高性能和超高性能轮胎,市场竞争力将显著提高。亚历山德里亚工厂拥有800多名员工,其翻新轮胎业务将于2016年中停止,将专门生产新型载重轮胎,到2020年该厂轮胎产量将提高20%。意大利佛萨诺(Fossano)工厂是生产轮胎半成品的企业,自2009年以来产量已

经下降45%,工厂将于2016年底关闭。

米其林在意大利的物流网络将进行调整,仓库将集中在库内奥工厂和亚历山德里亚工厂附近。设在都灵(Turin)和罗马的仓库将要实施现代化改造,以便为意大利全国客户服务。垂巴诺(Tribano)仓库将于2017年底关闭。

由于欧洲翻新轮胎市场急剧恶化,米其林旗下专门从事翻新轮胎业务的子公司皮纽劳伦(Pneu Laurent)公司将在2016年底将关闭其在德国奥拉宁堡(Oranienburg)的翻新轮胎厂,所有的翻新轮胎业务都集中到法国的阿瓦隆(Avallon)工厂。

郭毅

ETRA与ASTM合作制订废轮胎再生材料标准

中图分类号: X783.3; TQ336.1 文献标志码: D

欧洲废轮胎回收利用协会(ETRA)和美国试验材料学会(ASTM)正在开展合作,制订废轮胎再生材料的ASTM标准。拟制订的这些ASTM标准将涵盖橡胶屑、胶粉和回收炭黑等产品。

ETRA认为,废轮胎回收利用产业发展的最大障碍之一就是各种废旧资源回收产品缺少全球认可的标准。这些再生材料来自不同的生产商,用户面对各不相同的企业标准。各企业产品标准制订都以对自己有利为准,产品种类和质量差异较大。

因此,ETRA决定2016年3月16—19日在布鲁塞尔召开的年度会议上,以废轮胎再生利用产品标准的开发为主要议题。ETRA和ASTM从2015年12月开始在美国佛罗里达州坦帕(Tampa)举行一系列会议。其中,ASTM分管路面材料的D04委员会、分管橡胶的D11委员会以及分管炭黑的D24委员会在2015年12月和2016年6月分别召开会议,商讨废橡胶回收材料标准制订的相关问题。

郭艺