

电子束辐照预硫化技术及其应用研究

成因贵

(赛轮集团股份有限公司 技术研发中心, 山东 青岛 266555)

摘要: 阐述电子束辐照预硫化技术的设备结构和反应机理以及辐照剂量均匀性评价方法, 探讨电子束辐照预硫化技术在半钢子午线轮胎胎体帘布加工中的应用。结果表明: 辐照剂量对胎体帘布胶、帘布及其纤维原丝、轮胎性能有一定的影响; 电子束辐照预硫化技术在轮胎生产中应用前景广阔, 可以在优化工艺、提高生产效率和提升轮胎产品品质等方面发挥重要作用。近年来, 国内大型轮胎企业在半钢子午线轮胎胎体帘布压延生产线新建或改造项目中基本配备了电子束辐照预硫化设备, 但是目前亟待解决其故障率较高的问题。

关键词: 电子束辐照; 预硫化; 胎体; 帘布; 电子加速器; 辐照剂量; 均匀性

中图分类号: TQ336.1; TQ330.6⁺7

文献标志码: A

文章编号: 1000-890X(2021)08-0608-07

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2021.08.0608



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

电子束辐照预硫化技术在轮胎行业的应用研究起始于20世纪50年代末, 国外米其林公司、大陆轮胎公司、宝兰山公司到20世纪70年代均将该技术运用到轮胎生产中^[1]。凭借可提高产品质量和生产效率, 减小胶料用量, 降低生产能耗、温室效应和有害气体排放等特点, 电子束辐照预硫化技术被欧美轮胎制造商于20世纪80年代末大量使用^[2-7]。由于国外轮胎企业对电子束辐照预硫化技术的保密, 国内轮胎企业在很长时间内都没有掌握和应用该技术。中科院高能物理研究所立项研究该技术后, 于2003年完成成果入库并开始转化, 国内某知名轮胎公司于2009年开始在新建项目中增加电子束辐照预硫化设备, 此后10年, 电子束辐照预硫化技术在轮胎压延工序中得到广泛应用^[8-13]。但目前电子束辐照设备故障率较高, 且维修及时率有待提高。

本工作通过对电子束辐照预硫化技术的设备结构和反应机理的阐述, 以及对电子加速器辐照剂量均匀性评价的论述, 充分展示了应用该技术

的关键条件。同时对辐照剂量对胎体帘布胶、帘布及其纤维原丝、轮胎性能的影响进行了深入分析, 论证了轮胎生产中电子束辐照预硫化技术在优化工艺、提高生产效率和提升轮胎产品品质等方面存在明显优势, 该技术适合在半钢子午线轮胎胎体帘布压延生产线新建和改造项目中应用。

1 电子束辐照预硫化技术设备结构和反应机理

1.1 设备结构

电子束辐照预硫化设备(以湖北久瑞技术股份有限公司生产的嵌入式设备为例)结构如图1所示, 设备具体组件实物照片如图2所示。

电子束辐照预硫化设备电子加速器为4个, 由陶瓷和不锈钢材质制成, 每个加速器由14层组成, 每层电阻为270 M Ω ; 设备高压电源电压为500 kV, 满足生产需要; 采用的惰性气体为六氟化硫。

1.2 反应机理

电子束辐照预硫化技术反应机理为: 由电子加速器发射的高能电子束在橡胶基体中激活橡

作者简介: 成因贵(1982—), 男, 山东青岛人, 赛轮集团股份有限公司技术研发中心工程师, 硕士, 主要从事橡胶轮胎新材料及制造工艺技术。

E-mail: yingui.cheng@sailuntire.com

引用本文: 成因贵. 电子束辐照预硫化技术及其应用研究[J]. 橡胶工业, 2021, 68(8): 608-614.

Citation: CHENG Yingui. Electron beam irradiation prevulcanization technology and its application[J]. China Rubber Industry, 2021, 68(8):

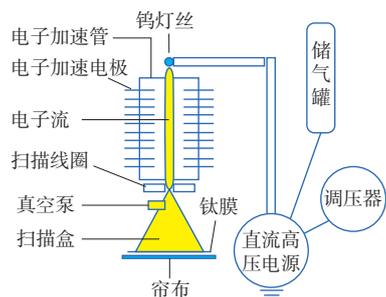


图1 电子束辐照预硫化设备结构示意图

Fig. 1 Diagram of electron beam irradiation pre-vulcanization equipment structure

胶大分子,产生橡胶大分子自由基,使橡胶大分子交联成三维网状结构。辐照作用形成的原始化学产物除了离子、电子和激发分子外,还包括自由基和某些分子产物,这些原始粒子都具有较高活性,可以发生裂解、重排、电子转移、脱氢和加成等多种反应^[14]。

高分子材料辐照效应是一种竞争机制,在分子材料被辐照时,大分子间交联和裂解反应同时存在,在一定辐照剂量内,以交联反应为主辐照的高分子材料叫做辐照交联型高分子材料,以裂解反应



图2 电子束辐照预硫化设备各组件实物照片

Fig. 2 Photos of components of electron beam irradiation pre-vulcanization equipment

为主辐照的高分子材料叫做辐照裂解型高分子材料。当辐照超过一定剂量时,所有高分子材料都会发生辐照降解,从而使其物理性能变差,因此,辐照剂量是电子束辐照预硫化技术的关键参数^[15]。

2 辐照剂量均匀性评价

2.1 横向

在实际压延中,纤维帘布幅宽大于1 400 mm,

压延速度范围为 $5\sim 50\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$,且用于电子束辐照预硫化设备的电子加速器常采用横向扫描的工作方式,辐照范围较大,不可避免地造成帘布表面横向辐照剂量的不均匀(目前电子辐照设备厂家提供的电子束辐照扫描不均匀性技术指标为 $\pm 5\%$)。因此,保证动态扫描(帘布在运动状态下的电子加速器扫描)情况下帘布表面横向辐照剂量的均匀性是非常重要的技术条件。

2.1.1 评价方法

采用FWT-60-00辐射显色剂量薄膜表征电子束辐照剂量,即根据显色剂量薄膜辐照前后吸光度变化差值,再通过查吸光度与辐照剂量对应关系表,得到辐照剂量。其中FWT-60-00辐射显色剂量薄膜采用美国Far West Technology公司产品,厚度为 0.04 mm 。

2.1.2 评价步骤

(1)用紫外分光光度计测量显色剂量薄膜辐照前吸光度,记作 A_0 。

(2)显色剂量薄膜的尺寸是 $10\text{ mm}\times 10\text{ mm}$,从帘布操作侧开始,将1号显色剂量薄膜贴在帘布辐照面上,然后在帘布幅宽方向以 160 mm 为间隔

距离贴2号显色剂量薄膜,依次在帘布幅宽方向上每隔 160 mm 贴1张显色剂量薄膜,整个幅宽方向贴10张显色剂量薄膜。

(3)在一定电子束流强度和帘布压延速度下,让帘布经过电子加速器,快速测量辐照后显色剂量薄膜吸光度,记作 $A_i(i=1,2,\dots,10)$ 。

(4)计算辐照前后吸光度变化值(A)= $(A_i-A_0)/$ 显色剂量薄膜厚度(0.04 mm)。

(5)通过查表,获得帘布10个部位的辐照剂量。辐照剂量不均匀性以辐照剂量不均匀度表示,辐照不均匀度= $(\text{最大辐照剂量}-\text{最小辐照剂量})/(\text{最大辐照剂量}+\text{最小辐照剂量})\times 100\%$ 。

2.1.3 试验数据分析

不同电子束流强度下压延帘布辐照剂量均匀性(横向)试验数据如表1所示。

从表1可以得出,帘布压延速度不变,电子束流强度分别为 $82.5, 43, 20.8\text{ mA}$ 时,帘布吸收的辐照剂量平均值分别为 $20.25, 11.5$ 和 5.04 kGy 。帘布辐照剂量与电子束流强度的关系曲线如图3所示。

表1 不同电子束流强度下压延帘布辐照剂量均匀性(横向)试验数据
Tab.1 Irradiation dose uniformity (transverse) experimental data of calendering cord under different electron beam current strengths

项 目	显色剂量薄膜编号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
第1组(电子束流强度 82.5 mA)										
A_0	—	0.061	0.058	0.062	0.057	0.059	0.062	0.061	0.059	0.061
A_1	—	0.192	0.189	0.200	0.190	0.201	0.197	0.195	0.195	0.191
A_1-A_0	—	0.131	0.131	0.138	0.133	0.142	0.135	0.134	0.136	0.130
A	—	3.28	3.28	3.45	3.33	3.55	3.38	3.35	3.40	3.25
辐照剂量/kGy	—	20.0	20.0	21.0	20.0	21.5	20.0	20.0	21.0	20.0
第2组(电子束流强度 43.0 mA)										
A_0	0.060	0.062	0.057	0.061	0.059	0.059	0.063	0.058	0.059	0.060
A_2	0.140	0.140	0.140	0.148	0.142	0.136	0.144	0.14	0.142	0.143
A_2-A_0	0.080	0.078	0.083	0.087	0.083	0.077	0.081	0.082	0.083	0.083
A	2.00	1.95	2.08	2.18	2.08	1.93	2.03	2.05	2.08	2.08
辐照剂量/kGy	11.0	11.0	12.0	12.0	12.0	11.0	11.0	11.0	12.0	12.0
第3组(电子束流强度 20.8 mA)										
A_0	0.060	0.058	0.059	0.062	0.059	0.060	0.060	0.060	0.060	0.059
A_3	0.096	0.097	0.094	0.098	0.098	0.102	0.100	0.098	0.098	0.095
A_3-A_0	0.036	0.039	0.035	0.036	0.039	0.042	0.040	0.038	0.038	0.036
A	0.90	0.98	0.88	0.90	0.98	1.05	1.00	0.95	0.95	0.90
辐照剂量/kGy	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.4	5.0	5.0	5.0	5.0

注:各组帘布压延速度均为 $50\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$,第1,2和3组帘布辐照不均匀度分别为 3.614% , 4.348% 和 3.846% 。

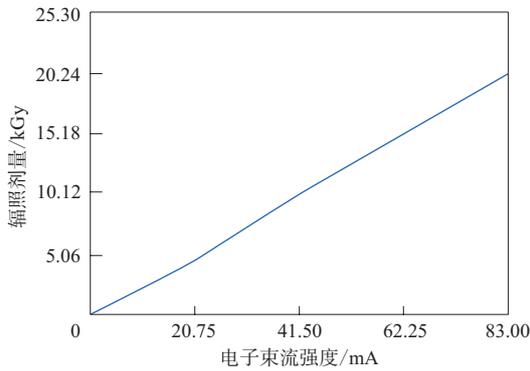


图3 压延帘布辐照剂量与电子束流强度的关系曲线

Fig.3 Relationship curve between irradiation dose and beam current strength in cord calendering

从表1可以看出,帘布横向辐照剂量不均匀度均在5%以下,满足技术要求。

从图3可以得出,帘布压延速度一定时,辐照剂量与电子束流强度基本呈线性关系,表达式为 $Y=0.25X$ (X 为电子束流强度, Y 为辐照剂量)。

2.2 纵向

帘布经过电子加速器后,因显色剂量薄膜瞬时的纵向距离较小,约为150~200 mm,在如此短的距离内,评价纵向辐照剂量的均匀性没有实际意义,因此在静态扫描(帘布在静止状态下的电子加速器扫描)情况下,改变电子束流强度和帘布压延速度,确认辐照剂量是否与理论值一致。

压延帘布辐照均匀性(纵向)试验数据如表2所示。

从表1和2可以看出,改变电子束流强度和帘

表2 压延帘布辐照剂量均匀性(纵向)试验数据

Tab.2 Irradiation dose uniformity (longitudinal) experimental data of calendering cord

项 目	显色剂量薄膜编号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A_0	0.061	0.060	0.058	0.062	0.061	0.063	0.061	0.060	0.061	0.060
A_4	0.186	0.195	0.194	0.202	0.19	0.205	0.197	0.195	0.195	0.191
A_4-A_0	0.125	0.135	0.136	0.140	0.129	0.142	0.136	0.135	0.134	0.131
A	3.17	3.29	3.29	3.46	3.22	3.55	3.38	3.35	3.40	3.25
辐照剂量/kGy	19.0	20.0	20.0	21.0	20.0	21.5	20.0	20.0	21.0	20.0

注:电子束流强度为42.0 mA,帘布压延速度为25 m·min⁻¹,帘布辐照不均匀度为6.172%。

布压延速度,可保持辐照剂量不均匀度与前3组基本一致,试验结果与理论预测一致,说明在静态扫描情况下,帘布纵向辐照剂量均匀性符合技术要求。

受限于技术手段,在线实时测量压延帘布辐照剂量均匀性还无法实现,尤其是压延速度从5 m·min⁻¹到50 m·min⁻¹升速和50 m·min⁻¹到5 m·min⁻¹降速过程中的动态辐照剂量还无法进行试验评价。据查阅文献^[16],浙江省能源核技术应用研究院和中国原子能科学研究院研发了微型金硅面垒阵列电子束流强度探测器测试辐照剂量技术。

3 电子束辐照预硫化技术在半钢子午线轮胎胎体帘布加工中的应用

3.1 胎体帘布加工试验方案

胎体帘布加工试验方案如表3所示。

胎体帘布实施单面电子束辐照,辐照剂量采

用40/50 kGy变量试验。

3.2 试验结果

3.2.1 电子束辐照预硫化对胎体帘布胶性能的影响

电子束辐照预硫化对胎体帘布胶性能的影响如表4所示。

从表4可以看出,经电子束辐照后,胶料的门尼粘度上升,焦烧时间和正硫化时间缩短,定伸应力和拉伸强度略有增大,拉断伸长率减小,说明电子束辐照可以提高胶料的交联密度,实现胶料预硫化。

3.2.2 电子束辐照预硫化对胎体帘布性能的影响

电子束辐照预硫化对胎体帘布性能的影响如表5所示。

从表5可以看出,经电子束辐照帘布的粘合力和剥离力均增大,裁断拉伸率减小。

3.2.3 电子束辐照预硫化对胎体帘布纤维原丝性能的影响

电子束辐照预硫化对胎体帘布纤维原丝性能

表3 胎体帘布加工试验方案
Tab.3 Test schemes of carcass cord processing

项 目	205/60R 16V轮胎		185/65R 15H XL轮胎	
	生产	试验	生产	试验
气密层厚度/mm	0.70	1.00	0.70	1.00
过渡层厚度/mm	0.90		0.90	
胎体帘布 ¹⁾				
帘布型号 ²⁾	CP5269	CP526A	CP3308	CP330C
纤维原丝	2222dtex/2 26EPI	2222dtex/2 26EPI	1667dtex/2 30EPI	1667dtex/2 30EPI
压延厚度/mm	1.45	1.65	1.30	1.50
电子束辐照剂量/kGy		40/50		40/50

注:1)对比生产轮胎胎体帘布,试验轮胎胎体帘布实施厚度不对称压延方式,辐照面厚度增大0.2 mm;2)帘布型号为公司内部定义压延帘布的代号。

表4 电子束辐照预硫化对胎体帘布胶性能的影响
Tab.4 Effect of electron beam irradiation pre vulcanization on properties of carcass cord compounds

项 目	生产	试验辐照剂量/kGy	
		40	50
门尼粘度[ML(1+4)100 °C]	23.6	28.9	28.1
门尼焦烧时间			
$t_5(125^\circ\text{C})/\text{min}$	33.7	32.1	29.2
硫化仪数据(160 °C)			
$F_1/(\text{dN}\cdot\text{m})$	1.4	1.9	1.9
$F_{\text{max}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$	26.6	26.5	27.0
t_{30}/min	4.2	4.1	3.9
t_{90}/min	7.3	7.0	6.6
物理性能			
邵尔A型硬度/度	55	55	56
300%定伸应力/MPa	11.2	11.8	11.8
拉伸强度/MPa	18.4	18.5	18.6
拉断伸长率/%	431	418	419

表5 电子束辐照预硫化对胎体帘布性能的影响
Tab.5 Effect of electron beam irradiation pre vulcanization on properties of carcass cords

项 目	生产	试验辐照剂量/kGy	
		40	50
CP526A帘布			
粘合力 ¹⁾ /N	6.7	8.1	8.5
剥离力 ²⁾ /N	129	132	139
裁断拉伸率 ³⁾ /%	0.8	0.6	0.3
CP330C帘布			
粘合力 ¹⁾ /N	6.8	8.2	8.5
剥离力 ²⁾ /N	152	161	196
裁断拉伸率 ³⁾ /%	2.3	1.5	1.9

注:1)日本Tack试验机测试;2)纤维帘布相互剥离所需要的力,测试方法为:将2层帘布粘合并硫化,再用拉力试验机将2层帘布剥离开;3)在裁断机上测试。

的影响如表6所示。

表6 电子束辐照预硫化对胎体帘布纤维原丝性能的影响
Tab.6 Effect of electron beam irradiation pre vulcanization on properties of carcass cord fiber precursors

项 目	生产	试验辐照剂量/kGy		指标
		40	50	
2222dtex/2 26EPI纤维原丝				
断裂强力/N	317.5	312.4	312.4	≥ 295
断裂伸长率/%	14.8	13.9	14.0	≥ 13
88.2 N定负荷伸长率/%	4.6	4.9	5.0	4.0~5.0
干热收缩率/%	1.5	1.1	1.2	1.3~2.3
1667dtex/2 30EPI纤维原丝				
断裂强力/N	221.5	218.5	219.4	≥ 205
断裂伸长率/%	16.9	15.8	16.5	≥ 14
66.6 N定负荷伸长率/%	4.0	4.1	4.5	3.0~4.0
干热收缩率/%	1.6	1.5	1.2	1.5~2.5

从表6可以看出,经电子束辐照后,胎体帘布纤维原丝的断裂强力略有下降(约1.5%),但仍符合指标要求。

综合上述试验得出以下结论。

(1)胎体帘布实施电子束辐照预硫化的优点:有利于提高胎体帘布的粘合性能和减小胎体帘布的拉伸变形;有利于缩短胶料的正硫化时间,提高轮胎生产效率。

(2)经电子束辐照预硫化后,纤维原丝的断裂强力下降约1.5%,这在胎体帘布选择时需要适当考虑。

(3)电子束辐照预硫化的辐照剂量为40 kGy时胎体帘布的综合性能较好。

3.3 成品轮胎试验

205/60R 16V成品轮胎性能如表7所示。

185/65R 15H XL成品轮胎性能如表8所示。

表7 205/60R 16V成品轮胎性能
Tab. 7 Properties of 205/60R 16V finished tires

项 目	生产	试验辐照剂量/kGy	
		40	50
压穿强度 ¹⁾ /J		≥550	≥603
高速行驶时间 ²⁾ /min			
1		73	73
2		80	80
耐久时间 ³⁾ /h			
1	49.58	55.60	55.67
2	48.25	52.52	54.50

注: 1) 指标为295 J; 2) 指标为70 min; 3) 指标为43.5 h。

表8 185/65R 15H XL成品轮胎性能
Tab. 8 Properties of 185/65R 15H XL finished tires

项 目	试验辐照剂量/kGy	
	40	50
压穿强度 ¹⁾ /J	≥649	≥660
高速行驶时间 ²⁾ /min		
1	97	87
2	100	96
耐久时间 ³⁾ /h		
1	50.15	50.52
2	44.90	46.63

注: 同表7。

从表7和8可以看出, 胎体帘布经电子束辐照预硫化后, 成品轮胎性能均符合要求。总体来看, 辐照剂量为40 kGy时, 成品轮胎性能稍优。

另外, 胎体帘布经电子束辐照预硫化后, 成品轮胎的外观不良现象也有一定程度的改善, 如胎里露线类不良现象减少0.01%。

4 结语

(1) 对胎体帘布实施电子束辐照预硫化具有多个优点, 有利于提高胎体帘布粘合性能和减小胎体帘布拉伸变形, 提高轮胎生产效率, 成品轮胎性能较好。

(2) 通过调整压延工艺可以实现胎体帘布厚度不对称压延, 进而可以实现气密层单一化生产, 简化胎体帘布加工工艺。

(3) 电子束辐照预硫化技术在轮胎行业的应用前景广阔, 但目前国内电子束辐照预硫化设备故障率相对较高, 如存在钛膜异常损坏、真空度低、电子束流强度小等, 且维修专业度高, 维修及

时性不足。在电子束辐照预硫化设备停机待修时, 可将不进行辐照预硫化的胎体帘布覆胶厚度增大0.05 mm, 这样基本能够解决轮胎成型工艺问题, 但是会导致轮胎质量增大。因此, 在建设项目的要尽可能选择质量过硬的电子束辐照预硫化设备, 同时要选择售后服务及时的供应商。

参考文献:

- [1] 赵英杰. 电子束辐照预硫化技术打破国际垄断[J]. 中国橡胶, 2013, 29(24): 25.
ZHAO Y J. Electron beam irradiation prevulcanization technology breaks international monopoly[J]. China Rubber, 2013, 29(24): 25.
- [2] 幕内慧三. 聚合物辐射加工[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 53-60.
- [3] 周瑞敏, 刘兆民, 王锦花. 辐射技术在橡胶硫化中的应用[J]. 核技术, 2000, 23(6): 427-430.
ZHOU R M, LIU Z M, WANG J H. Radiation vulcanization of rubber[J]. Nuclear Techniques, 2000, 23(6): 427-430.
- [4] 郭振涛, 张桂敏, 尚宏忠, 等. 橡胶材料的辐射硫化研究及进展[J]. 中国橡胶, 2006, 22(7): 23-24.
GUO Z T, ZHANG G M, SHANG H Z, et al. The study and development of radiation vulcanization of rubber material[J]. China Rubber, 2006, 22(7): 23-24.
- [5] 矫阳, 康兴川, 刘江伟. 橡胶材料化学硫化与辐射硫化的比较研究[J]. 特种橡胶制品, 2008, 29(1): 27-30.
JIAO Y, KANG X C, LIU J W. Comparison study on rubber of chemistry vulcanization and radiation vulcanization[J]. Special Purpose Rubber Products, 2008, 29(1): 27-30.
- [6] 哈鸿飞, 吴季兰. 高分子辐射化学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2003.
- [7] 何小海, 董毛华, 谢春梅. 电子束辐射硫化的原理及应用[J]. 轮胎工业, 2010, 30(1): 42-45.
HE X H, DONG M H, XIE C M. Principle and application of electron beam radiation vulcanization[J]. Tire Industry, 2010, 30(1): 42-45.
- [8] 黄光威, 张允飞. 电子束辐照预硫化在全钢载重子午线轮胎生产中的应用[J]. 轮胎工业, 2019, 39(10): 620-622.
HUANG G W, ZHANG Y F. Application of electron beam irradiation prevulcanization in TBR tire production[J]. Tire Industry, 2019, 39(10): 620-622.
- [9] 刘永强, 姜斌, 慈婷楠, 等. 电子束辐照预硫化工艺对全钢子午线轮胎过渡层胶性能的影响[J]. 轮胎工业, 2019, 39(6): 362-364.
LIU Y Q, JIANG B, CI T N, et al. Effect of electron beam irradiation prevulcanization process on property of transition layer for all-steel radial tire[J]. Tire Industry, 2019, 39(6): 362-364.

- [10] 李鹏,王培滨,孙宝余,等.电子辐照预硫化在载重子午线轮胎内衬层生产中的应用[J].轮胎工业,2017,37(4):239-242.
LI P, WANG P B, SUN B Y, et al. Application of electron beam radiation pre-vulcanization in production of transitional layer of truck and bus radial tire[J]. Tire Industry, 2017, 37(4): 239-242.
- [11] 王福业,刘朋霞.电子辐照技术在轿车胎生产的研究与应用[J].橡塑技术与装备,2012,38(5):32-34.
WANG F Y, LIU P X. Research and application of electron irradiation technology in car tire production[J]. China Rubber/Plastics Technology and Equipment, 2012, 38(5): 32-34.
- [12] 程安仁,林浩,矫阳,等.TP-100电子辐照装置对轮胎生产工艺的影响[J].轮胎工业,2019,39(11):695-698.
CHENG A R, LIN H, JIAO Y, et al. Influence of TP-100 electron irradiation device on tire production process[J]. Tire Industry, 2019, 39(11): 695-698.
- [13] 张凤杰,朱鹏.半钢子午线轮胎胎里径向裂口的原因分析及解决措施[J].橡胶科技,2021,19(1):36-38.
ZHANG F J, ZHU P. Cause analysis and solutions of radial cracks in inner surface of steel-belted radial tire[J]. Rubber Science and Technology, 2021, 19(1): 36-38.
- [14] 王福业,王玉海,高新兵,等.电子辐照预硫化轮胎技术探讨[J].橡塑技术与装备,2015,41(13):45-47.
WANG F Y, WANG Y H, GAO X B, et al. Discussion of technology of electron radiation presulfiding in tire production[J]. China Rubber/Plastics Technology and Equipment, 2015, 41(13): 45-47.
- [15] 王玉海,周天明.电子辐照预硫化技术在轿车子午线轮胎中的应用[J].轮胎工业,2012,32(3):750-754.
WANG Y H, ZHOU T M. Application of electronic radiation prevulcanization in passenger car radial tire production[J]. Tire Industry, 2012, 32(3): 750-754.
- [16] 郭学彬,赵敏,陈祖良,等.辐照电子直线加速器辐射剂量测定的技术研究[J].核电子学与探测技术,2011,31(9):1035-1037.
GUO X B, ZHAO M, CHEN Z L, et al. A project to determine the radiation dose of irradiation electron linac[J]. Nuclear Electronics & Detection Technology, 2011, 31(9): 1035-1037.

收稿日期:2021-02-23

Electron Beam Irradiation Prevulcanization Technology and Its Application

CHENG Yingui

(Technology Research and Development Centre of Sailun Group Co., Ltd, Qingdao 266555, China)

Abstract: The equipment structure, reaction mechanism and radiation uniformity evaluation method of electron beam irradiation prevulcanization technology were described. The application of electron beam irradiation prevulcanization technology in the carcass cord processing of steel-belted radial tire was discussed. The results showed that the irradiation dose had a certain effect on the properties of the carcass cord compound, cord and its fiber precursor and tire. Electron beam irradiation prevulcanization technology had broad application prospects, and it could play an important role in optimizing processes, improving production efficiency and tire product quality. In recent years, large domestic tire enterprises have equipped electron beam irradiation equipment in the new construction or reconstruction projects of the carcass cord calendaring production lines of steel-belted radial tires, but the problem of the high failure rate needed to be solved.

Key words: electron beam irradiation; prevulcanization; carcass; cord; electron accelerator; irradiation dose; uniformity

声明 《橡胶工业》《轮胎工业》《橡胶科技》不向作者收取审稿费。任何机构、个人以任何名义向作者收取审稿费均为诈骗行为。请广大作者互相转告,勿信诈骗信息。有任何疑问请及时与编辑部联系。《轮胎工业》《橡胶工业》《橡胶科技》投稿渠道为官方网站<http://www.rubbertire.com.cn>与<http://www.rubbertire.cn>,任何其他网上投稿渠道均为假冒。