

轮胎辐射预硫化技术的发展与应用

韩秀东

(江苏达胜加速器制造有限公司, 江苏 苏州 215214)

摘要: 介绍轮胎辐射预硫化技术的发展与应用概况。辐射预硫化可以减小轮胎部件厚度, 增强部件的尺寸稳定性、减小轮胎质量、缩短轮胎硫化时间、提高轮胎均匀性能和动平衡等性能, 经济效益十分显著。辐射预硫化技术是提升我国轮胎行业技术水平和产品质量的有效举措。

关键词: 辐射预硫化; 加速器; 轮胎; 胎体; 带束层; 尺寸稳定性; 轻量化

子午线轮胎在成型或硫化时受较大的作用力, 结构会产生变化。根据轮胎生产工艺和轮胎部件尺寸的要求, 选择适当的电子加速器对轮胎部件进行辐射预硫化, 可以提高胶料强度, 增强轮胎部件尺寸稳定性, 节约用胶量, 从而提升轮胎质量并降低生产能耗。

1 轮胎辐射预硫化技术发展概况

20世纪50年代末, 国外就开始研究轮胎辐射预硫化技术。20世纪80年代美国费尔斯通公司建成世界第1条轮胎辐射预硫化生产线。之后, 美国最大的轮胎企业固特异公司采用了辐射预硫化技术, 日本和前苏联等国家的轮胎企业也相继推广了该技术。20世纪80-90年代, 为提高轮胎质量、减小用胶量和降低生产能耗等, 法国米其林公司、德国大陆公司、美国宝兰山公司等世界著名轮胎企业纷纷采用该技术。日本排名前3位的辐射加工应用领域是轮胎、电缆电线和发泡材料行业。1977年日本安装了第1台用于轮胎胶料预硫化的电子加速器, 1987年增加到8台, 2005年日本日新高电压公司生产的300多台电子加速器中60多台用于轮胎行业。据统计, 目前美国和日本轮胎辐射产业的产值分别为医疗用品辐射产业产值的2.8倍和3.6倍, 日本90%以上的子午线轮胎经过辐射预硫化处理。

由于发达国家轮胎辐射预硫化技术保密, 再

加上我国轮胎行业技术标准较低、电子加速器和辐射工艺成本较高, 制约了我国轮胎辐射预硫化技术的发展。自2004年我国引进轮胎辐射预硫化技术以来, 该技术已经引起了国内辐射加工行业和轮胎行业的极大关注。特别是近几年, 国产大功率低能电子加速器性能有了长足的发展, 江苏达胜加速器制造有限公司研制生产的低能耗、大束流、高功率加速器与国外同级别产品性能相当, 这为我国轮胎辐射预硫化技术升级提供了性能可靠、成本低廉的装备支持。

轮胎市场竞争日趋激烈, 高性能轮胎、特种轮胎和绿色轮胎的需求日益增大, 轮胎工业必须引进新技术, 不断研发创新。轮胎辐射预硫化技术在国外已经非常成熟, 而在我国起步较晚。随着轮胎产业政策 and 绿色轮胎产业规划的出台, 我国轮胎产业面临新的挑战 and 机遇, 辐射预硫化技术在我国轮胎行业的应用前景非常广阔。

2 轮胎辐射预硫化技术特征

辐射加工是指用 γ 射线、能量低于5 MeV电子束产生的X射线或能量低于10 MeV电子束对材料进行辐射处理。目前辐射加工主要应用于消毒灭菌、辐射交联、环保处理和半导体器件改性4个方面。作为民用非动力核技术, 我国的辐射加工产业与美国和日本等发达国家差距还很大。

2.1 轮胎辐射预硫化技术优点

辐射预硫化是利用电子束或 γ 射线，在常温常压下使橡胶实现交联的一种加工方法。橡胶辐射预硫化研究始于20世纪40年代，经过70多年的发展，橡胶辐射预硫化技术已经从实验室研究迈向工业化应用。天然橡胶和合成橡胶经过高能射线作用，形成C—C键交联结构，随着辐射剂量增大，胶料的物理性能改善。辐射预硫化避免了传统热硫化胶料内部温度呈梯度变化而导致的交联不均匀。由于具有节能、降低成本及提高产品质量的优点，近年来橡胶辐射预硫化技术逐渐受到业界的关注。

轮胎辐射预硫化不改变原生产工艺，仅用电子加速器对轮胎部件进行辐射，使其产生轻度交联，即预硫化。预硫化提高了胶料强度，使各部件初步定型，在后续工序中不会产生变形或流溢而影响轮胎的尺寸，显著提高了产品质量与性能。

总的来说，轮胎预硫化技术具有以下优点：

(1) 轮胎部件经辐射预硫化后强度增大，尺寸稳定性好，在成型和硫化过程中不会拉伸变薄或发生帘线位移，辐射预硫化对胎体变形的改善示意图1；(2) 采用辐射预硫化的轮胎部件可适当减薄而不影响轮胎性能，从而降低原材料成本，减小轮胎质量，减小燃油消耗量；(3) 采用辐射预硫化的轮胎胶料可以加入较高比例的合成橡胶；(4) 辐射预硫化能改善轮胎硫化内外温度不均匀造成的轮胎硫化程度不均匀；(5) 辐射硫化与热硫化配合使用，可以提高轮胎部件的耐热性能；(6) 硫化时间缩短，降低能耗；(7) 气密层胶经辐射预硫化后强度提高，耐久性能提高。

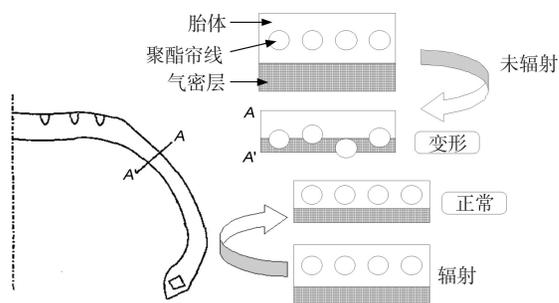


图1 辐射预硫化对胎体变形的改善示意

2.2 电子束加速器与辐射预硫化工艺

电子加速器是使电子在高压真空中受磁场力控制、电场力加速而提供高能电子束的现代的设备。用于轮胎辐射预硫化的电子加速器一般为自屏蔽高频高压型电子加速器，其主要技术参数为：电压500 keV，电流60 mA，功率30 kW，扫描宽度180 cm。该设备具有节省空间（占地面积约10 m²）、束流大、处理量大、辐射场稳定、易维护和安全性好等优点。电子束加速器对胎体的辐射预硫化如图2所示。

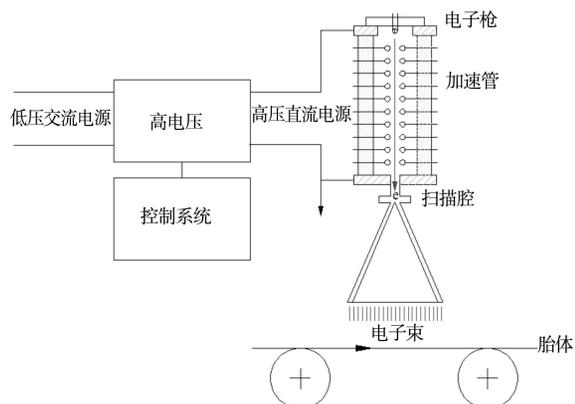


图2 电子束加速器对胎体的辐射预硫化示意

辐射预硫化分为压延机联机辐射和独立辐射2种工艺。压延机联机辐射工艺又称一体化工艺，这种工艺是将电子加速器及其束下设备嵌入压延生产线，成为压延的一个工艺阶段。该工艺借用压延机的各种资源与设备，具有成本低、生产稳定和高效的优点。压延机联机辐射工艺如图3所示。

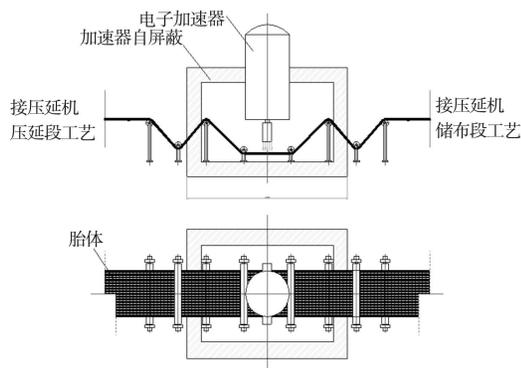


图3 压延机联机辐射工艺示意

独立辐射工艺独立于压延工艺之外,除了加速器及束下设备外,具有独立的卷曲、导开、接头、牵引、纠偏和储布等装置,除了处理胎体以外,还可以处理轮胎的其他部件,实现多样化生产。独立辐射工艺的处理速度在 $0\sim 40\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ 内可调,甚至可以更高。

3 辐射预硫化轮胎性能

理论上,胎体、带束层、钢丝圈、气密层、胎

圈包布、胎侧胶和胎面胶等各个部件均可以采用辐射预硫化技术。由于各部件的功能不同,对其实行预硫化的效果也不同,目前辐射预硫化技术主要用于胎体、气密层和带束层的预硫化。

3.1 高速低断面子午线轮胎

采用辐射预硫化工艺与普通热硫化工艺试制的205/40ZR17高速低断面子午线轮胎性能对比如表1所示^[1]。

从表1可以看出:与普通热硫化轮胎相比,辐

表1 辐射预硫化与普通热硫化205/40ZR17轮胎性能对比

项目	辐射预硫化轮胎	普通热硫化轮胎	企业标准
速度级别	W	W	W
轮胎质量/g	9.18	9.90	
外缘尺寸			
断面宽/mm	212.3	212.3	212 ± 7.42
外直径/mm	600.3	596.8	596 ± 5.96
耐久性能试验			
累计行驶时间/h	34	34	≥ 34
高速性能试验			
最高行驶速度/ $(\text{km}\cdot\text{h}^{-1})$	300	280	≥ 270
最小破坏能/J	596	591	≥ 585
动平衡性能等级	A	B	C级以上(含)
均匀性等级			
径向力(RFPP)	B	C	C级以上(含)
侧向力(LFPP)	B	B	C级以上(含)
锥度(CON)	A	A	C级以上(含)
滚动阻力因数	0.01340	0.01407	

射预硫化轮胎质量减小,高速性能提高,最小破坏能增大,动平衡性能和均匀性提高,滚动阻力降低。

3.2 半钢子午线轮胎

北京橡胶工业研究设计院用辐射预硫化和不辐射预硫化的胎体和带束层分别制备3种165/70R13 83 T半钢子午线轮胎,即1#轮胎(辐射预硫化胎体/未辐射预硫化带束层)、2#轮胎(辐射预硫化胎体/辐射预硫化带束层)和3#轮胎(未辐射预硫化胎体/未辐射预硫化带束层)。在耐久性能试验中,3种轮胎均累计行驶100 h,累计行驶里程8000 km,试验结

束时均未损坏。耐久性能试验结束后3种轮胎气压和尺寸变化率见表2。

从表2可以看出:用辐射预硫化胎体和辐射预硫化带束层制备的2#轮胎气压变化率最小,外直径和断面宽变化率也最小,可见辐射预硫化技术对保

表2 耐久性能试验结束后3种轮胎气压和尺寸变化率

项目	1#轮胎	2#轮胎	3#轮胎
气压变化率/%	8.7	4.3	8.7
外直径变化率/%	0.2	0.1	0.2
断面宽变化率/%	0.8	0.3	-0.3

持轮胎尺寸稳定性,提高产品性能具有积极的意义。

4 投资效益

在我国轮胎企业所需的橡胶原材料中,70%的天然橡胶和40%的合成橡胶都依赖进口,节约橡胶材料以降低成本是每个轮胎厂的关注点。采用辐射预硫化技术提高轮胎质量、降低轮胎损耗已是刻不容缓的举措。

以年产100万条轻型载重子午线轮胎和700万条轿车子午线轮胎的企业为例,胎体采用辐射预硫化工艺的经济效益见表3。

表3 胎体辐射预硫化的经济效益

项目	轻型载重子午线轮胎	轿车子午线轮胎
胎体厚度/mm		
未辐射预硫化	2.9	1.2
辐射预硫化	2.2	1.0
单胎成本/元		
未辐射预硫化	103.2	19.8
辐射预硫化	76.3	16.6
节省	26.9	3.2
年节省成本 ¹⁾ /元	2690	2240

注:1)每千克胶料成本按照11元计算。

从表3可以看出,胎体采用辐射预硫化技术后,该厂每年可以节省成本4930万元,经济效益十分显著。

暂不考虑采用辐射预硫化工艺后胶料挤出速度加快、压延设备折旧等因素,简单计算采用该技术

每年新增运营成本,见表4。

表4 胎体采用辐射预硫化工艺每年新增运营成本

项目	价格/万元
能耗	60
维护费	5
折旧费 ¹⁾	50
合计	115

注:1)按辐射预硫化设备整机价格500万元,使用10年估算。

可以看出,辐射预硫化设备整机价格500万元加上每年运营成本115万元,合计615万元,该规模的轮胎企业数月内即可收回设备投资。

5 结语

随着我国轮胎行业竞争的进一步加剧,轮胎销售遇阻、行业利润增幅下降、产能过剩问题依然存在。我国轮胎企业应积极规避落后产能,注重新技术的引进和高性能产品的研发,推动行业整体的优化升级。目前日本和美国的单胎平均耗胶量在7 kg左右,而我国的单胎平均耗胶量则超过10 kg。节约橡胶资源、降低成本、实现轮胎轻量化是我国轮胎行业亟待解决的问题,辐射预硫化技术将成为提升我国轮胎行业技术水平和产品质量的有效举措。

参考文献:

- [1] 李淑凤,陆永俊,矫阳,等.辐射预硫化在子午线轮胎生产中的应用[J].轮胎工业,2008,28(12):742-746.

Development and Application of Radiation Pre-vulcanization Technology of Tire

Han Xiudong

(Jiangsu Dasheng Electron Accelerator Co., Ltd., Suzhou 215214, China)

Abstract: This paper introduces the development and application of radiation technology in the pre-vulcanization of tires. By using radiation pre-vulcanized, the part thickness of tire components can be reduced, the dimensional stability is improved, tire weight is reduced, tire curing time could be shortened, and tire uniformity

and balancing performance are improved. Application of radiation pre-vulcanization technology enhances economic benefits and can boost China's tire industry technology level and tire quality.

Keywords: radiation pre-vulcanization; accelerator; tire; carcass; belt; dimensional stability; lightweight



信息·资讯

2014年泰坦公司销售额和利润下降

2014年, 泰坦国际公司的销售额和利润双双下降, 销售额为18.95亿美元, 同比减小12%; 利润为1.41亿美元, 而2013年为2.95亿美元。农业机械轮胎、建筑和采矿工程机械轮胎对公司2014年业绩影响最大。2014年, 虽然100马力(73.5 kW)以下的农业机械原配轮胎

需求增长, 但其利润率远远低于大型农业机械轮胎; 采矿工程机械轮胎需求一直不振; 尽管建筑工程机械轮胎需求保持稳定, 但供大于求导致价格走低, 利润率较小。美元的汇率波动也影响了公司的业绩。

鲁迪

炭黑协会发布行业准入条件公示稿

中国橡胶工业协会炭黑分会日前公布了该分会专家组起草编制的《炭黑行业准入条件》公示稿, 从2015年2月10日至2015年4月10日公开征求炭黑行业及各界人士的意见。该《炭黑行业准入条件》从生产安全条件、环境保护设施、生产装备水平、能源消耗以及产品质量等方面提出要求, 量化了各项指标。新建装置必

须达到准入条件提出的各项要求, 而对未达到准入条件的现有生产装置, 特别是环保未达标的企业, 须向当地环境保护主管部门备案, 申报在本准入条件开始执行之日起3年内通过配套建设脱硫、脱硝、除尘等装置, 保证排放物各项指标达到要求。

国益

2014年黑猫炭黑公司盈利大幅增长

江西黑猫炭黑股份有限公司日前公布业绩快报: 2014年该公司营业收入为61.68亿元, 同比增长3.02%; 净利润为9658万元, 同比增长275.32%。2014年度业绩增长的主要因素是: 国内原料油市场供求关系略有改善, 炭黑产品毛利率有所回升; 主动优化客户, 产品销售方面优先倾向于国内外大型优质轮胎企业, 淘汰部分回款周期长、风险较高的低端客户; 通过优

化自身产品结构, 提升高附加值产品的销售比例, 进一步提升了主营炭黑产品的盈利能力。

但是, 目前炭黑行业仍处于结构性产能过剩状态, 2014年第四季度以来国际原油价格大幅下滑, 波及国内原料油和炭黑市场, 致使炭黑原料油及炭黑产品价格均出现快速下滑, 预计2015年炭黑企业业绩很难保持2014年的增速。

国益