

基于橡胶配方和工艺的轮胎产品经济性分析

万达淳¹, 郑闻运², 陈 弩²

[1. 中创国宏(北京)设计咨询有限公司, 北京 100143; 2. 中策橡胶(泰国)有限公司, 罗勇府 泰国 21140]

摘要:分析橡胶配方和工艺对轮胎产品经济性的影响, 揭示成本控制对规模化生产经济性影响的意义。通过材料替代和提高硫化效率实例, 阐述在保证产品性能的前提下, 配方中使用具有成本优势的材料进行替代并采用技术创新的工艺方案等的重要性, 其直接影响企业产品效益的最大化。

关键词:橡胶配方; 橡胶工艺; 轮胎; 经济性

中图分类号: TQ336.1; U462.3⁺⁴

文献标志码: A

文章编号: 2095-5448(2022)05-0247-03

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2022.05.0247



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎作为橡胶工业的主导产品, 其设计及生产制造过程的经济性直接影响企业的内生动力, 即盈利能力^[1]。本文从影响轮胎企业内生动力的基础, 即配方和工艺的局部特征分析影响企业经济性的因素, 揭示技术层面设计对企业经济性的影响。

1 成本概念

橡胶工业的成本计算方法可采用: 材料+在制品+产成品或配方成本^[2-3]的计算方法。本文主要以配方成本的变化对生产成本的影响为出发点进行分析。

配方成本指单位质量原材料价格。在配方成本的概念中, 应考虑以体积或质量为基础, 以体积为基准的应用包括成本-体积关系的概念和计算。

轮胎作为橡胶工业的主要产品, 如何使用低成本的配方是企业管理者永远关注的问题, 但往往企业技术人员的关注点则集中在如何保证轮胎更高的性能。因此, 在如何兼顾轮胎产品性能和配方成本上配方技术人员也应考量不能因减小昂贵的配合剂用量而损害产品质量, 但过高的设计

费用不仅造成浪费, 而且会使产品失去竞争力。在完成严谨的性能评估及合理的成本计算后, 选择可替代的低成本原材料, 将是企业内生动力的永恒课题。

2 配方成本计算方法

配方成本核算需要3个参数: 每种组分的用量、每种组分的价格、每种组分的密度。密度与聚合物体系中经常使用的密度应保持一致, 即保持产品体系的一致性。

2.1 密度

配方密度(ρ_f)计算公式如下。

$$\rho_f = \sum (m_i / \rho_i) / \sum m_i$$

式中, i 代表每种组分, m 为质量, ρ 为密度。

2.2 单位成本

2.2.1 每千克成本

配方的每千克成本(C_f)计算公式如下。

$$C_f = \sum (m_i / C_i) / \sum m_i$$

式中, i 代表每种组分, C 为每千克成本。

当最终产品有固定尺寸时, 例如一个特定轮胎的胎面、胎侧、胎体, 配方的固定体积成本是特别重要的。

2.2.2 每千克体积成本

每千克体积成本通常按照下式计算。

作者简介: 万达淳(1983—), 男, 江西南昌人, 中创国宏(北京)设计咨询有限公司工程师, 硕士, 主要从事化工行业的技术咨询、工程咨询、投资咨询工作。

E-mail: wandachun@sina.com

每千克体积成本=每千克成本/胶料密度

2.2.3 产成品成本

一个特定的橡胶制品的配方,实际成本需要根据该部件中胶料体积、每千克成本和密度计算,公式为:部件成本=胶料体积×每千克体积成本×换算系数。

在比较两种胶料的成本时,应当使用胶料的体积,而不是质量,这是应特别注意的。

3 计算产成品或在制品的换算系数

在计算产成品或在制品成本时,所有的计算应统一单位,这样就可能需要使用换算系数。

本文的计算中,体积单位为 cm^3 ,质量单位为 kg 。当胶料体积使用每立方厘米成本和每千克成本时,换算系数为0.001。

如果仅针对相对成本,则无需使用换算系数,产品成本可以用一种组分对另一种组分的比例或百分比来表达。

4 密度测定

密度测定执行ASTM D1817。在橡胶材料密度的传统测试方法中,可以把材料放在比重瓶中加入适当的液体测量其密度,计算时应考虑该材料的质量和液体的密度。

橡胶中存在间隙,如果将橡胶的断面切开,放在显微镜下观察,橡胶中的气孔被放大后,可观察到明显的间隙。虽然传统测试方法和ASTM D1817方法测试密度通常不会产生显著的差异,但是对于具有高体积的材料来说,密度对配方成本的影响很重要。为了测定橡胶中一种组分的密度,在混炼胶中加入已知量的该组分材料并进行硫化,然后计算其密度并与基础配方对比。显

然,某些材料不能大量地加入配方中,其会显著影响终炼胶的成本,在这种情况下须使用较小用量。

密度测定的方法通常是:将硫化胶样品在空气中称质量,然后将样品浸泡在水中测定。计算时采用水在试验温度下的密度。这种测试必须使用硫化胶试样。

5 成本计算实例

在确定测定密度的方法之后,研究实际应用中密度对配方成本的影响很重要。

5.1 全钢载重子午线轮胎(TBR)胎面模拟配方

表1示出TBR胎面模拟配方的主要组分及成本计算。

由表1可以看出,当合成橡胶的用量增大到15份时,配方成本将降低2%。以年产100万条TBR的生产能力计算,假设设计产品的胎面胶平均质量为20 kg,对年生产成本的影响将非常可观。

通常情况下,设计工程师会出于安全考虑,采用安全系数较大的设计。虽然设计产品必要的安全系数非常重要,但也须从实际出发,采用过高但不切实际的安全系数限制了材料的选用、装备功能的发挥、工艺技术的提升,也会带来较高的成本。如轮胎产品的设计使用寿命应满足10 000 h,而设计产品的理论使用寿命为100 000 h,这就毫无意义。

对于若失效将导致严重的经济损失或潜在的人员伤亡的产品,应确保其零失效。例如,一个系统由于其中一个部件的失效将导致设备坍塌、生产能力下降、性能大幅降低和检修设备的劳动成本增加,则增大部件安全系数就是非常敏感的。

表1 TBR胎面模拟配方的主要组分及成本计算

组 分	用量/份				每千克价格/ 元	相对密度	成本/元			
	方案一	方案二	方案三	方案四			方案一	方案二	方案三	方案四
天然橡胶	85	90	95	100	11.0	0.92	935	990	1 045	1 100
丁苯橡胶	15	10	5	0	9.5	0.96	142.5	95	47.5	0
炭黑N234	55	55	55	55	不变	1.80	不变	不变	不变	不变
氧化锌	3.5	3.5	3.5	3.5	不变	5.57	不变	不变	不变	不变
硬脂酸	2	2	2	2	不变	0.85	不变	不变	不变	不变
合计	160.5	160.5	160.5	160.5			1 078	1 085	1 093	1 100

注:假设配方中的其他材料以不变量存在,在此不列举。

5.2 硫化效率

硫化是轮胎生产过程中的关键环节,硫化所涉及的硫化温度和硫化时间相互依赖又相互制约。通常情况下,硫化温度越高,硫化速度越快,硫化时间越短。

根据范特霍夫法则,硫化温度和时间的关系可以用下式表示^[4]。

$$\frac{t_1}{t_2} = K^{(T_2 - T_1)/10}$$

式中, t_1 为温度为 T_1 时的正硫化时间; t_2 为温度为 T_2 时的正硫化时间; K 为硫化温度因数(1.8~2.5,通常 K 取2)。

该公式表明硫化温度与正硫化时间互为指数关系。硫化温度升高10℃,正硫化时间缩短50%,温度降低10℃,正硫化时间延长1倍。

从上述结果不难发现,升高硫化温度,可有效缩短正硫化时间,提高硫化机的使用效率。以年产100万条TBR为例,硫化温度变化对硫化效率的影响见表2。

从表2可以看出,硫化温度对硫化效率的影响非常明显。硫化时间的确定属于一个系统工程,

表2 硫化温度变化对硫化效率的影响

硫化温度/℃	硫化周期/min	每台年产量/万条	硫化机数量/台	增加的产量/万条
180	55	1.768	56	0
190	52	1.836	54	3.672
200	50	1.958	51	9.792

在时间、温度、压力等因素固定的条件下,硫化速度将直接影响生产效率。为提高生产效率,轮胎企业使用的方法各有不同,如增加硫化促进剂、提高硫化介质的温度、采用优化硫化工艺。本文仅以硫化温度变化作为因子进行了举例,无论采用哪种方法,在保证产品性能的基础上,综合成本考量是规模化生产必须兼顾的。

6 结语

通过材料替代以节约成本和提高硫化效率的操作实例,阐述在配方中使用具有成本优势的材料进行替代并采用技术创新的工艺方案等的重要性,其直接影响企业产品效益的最大化。以任何形式开展的配方替代、工艺技术创新、设备效率提升工作均需对所生产的轮胎产品进行全面的测试,以保证在设计、配方或工艺上的调整不影响轮胎产品的性能。

参考文献:

- [1] 李萍. 塑料企业的风险控制与经济管理——评《企业风险管理》[J]. 塑料科技, 2021, 49(12): 124-125.
- [2] 徐立, 储民. 国外电动汽车轮胎发展现状[J]. 橡胶工业, 2019, 66(8): 630-637.
- [3] 约翰·S·迪克. 橡胶技术 配合与性能测试[M]. 游长江, 贾德民译. 北京: 化学工业出版社: 2005: 61-63.
- [4] 王登祥, KIN I. 美国轮胎公司确定轮胎硫化时间的方法[J]. 轮胎工业, 1999, 19(5): 290-295.

收稿日期: 2021-08-10

Economic Analysis of Tire Based on Rubber Formulation and Process

WAN Dachun¹, ZHENG Wenyun², CHEN Nu²

[1. Zhongchuang Guohong (Beijing) Design Consulting Co., Ltd, Beijing 100143, China; 2. Zhongce Rubber (Thailand) Co., Ltd, Rayong 21140, Thailand]

Abstract: The impact of rubber formulations and processes on the economics of tire products was analyzed, and the significance of cost control on the economics of large-scale production was revealed. Through the examples of material substitution and improvement of vulcanization efficiency, this paper expounded the importance of using cost-advantageous materials in formulations and adopting technologically innovative process under the premise of ensuring product performance, which directly affected the maximization of product benefits of enterprises.

Key words: rubber formulation; rubber process; tire; economy