

浅谈轮胎挤出样板开型系数与挤出质量的关系

张志坚, 宋正堂, 孙文文, 冯波, 李易, 付磊, 马扬
(八亿橡胶有限责任公司, 山东 枣庄 277800)

摘要: 轮胎胎冠挤出样板合理的开型系数是提升胎冠质量稳定性、降低制品返回率的有效手段, 通过对试验数据的统计分析, 能够真实有效的反映出样板开型系数与胎冠挤出质量的关系, 通过优化样板开型系数可有效解决胎冠气孔率大、尺寸重量波动、自黏性差、排胶温度高等难题, 从而提升胎冠挤出质量, 稳定轮胎产品综合性能。

关键词: 胎冠; 样板; 开型系数; 气孔率; 厚度; 自黏性

中图分类号: TQ330.44

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)06-0001-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.06.001

随着国家对交通运输行业重视程度的不断加大, 公路运输其独有的便捷性、及时性等优点被快速挖掘, 使其成为城市间物料运输的主要力量被应用于市场, 随着新冠疫情、甲流病毒的有效控制, 国内经济迅速回暖, 轮胎市场终端需求也开始复苏; 随着轮胎行来的不断发展, 广大经销商与货车司机对轮胎产品的安全性能更加注重, 同时也对轮胎生产质量稳定性提出了更高的要求。

胎冠的挤出是轮胎制造流程中的重要工序之一, 部件质量的好坏对轮胎性能有着举足轻重的影响。因天然橡胶可塑性的差异, 生产过程中胎冠的尺寸、重量、气孔率等参数会随之发生变化, 从而引发产品质量波动。致力于如何提升胎冠挤出质量稳定性, 行业技术人员也展开了多项研究, 经过验证, 发现胎冠样板开型系数设计与胎冠挤出质量关联性较大, 通过优化样板开型设计可有效提高胎冠部件质量稳定性, 进一步提升产品质量。

1 挤出样板开型系数与部件质量的关系试验

1.1 试验样品

(1) 宽度采用不同开型方案的三块胎冠挤出样板(同规格相同标准尺寸)。

(2) 不同开型系数样板挤出试验而得到的胎冠断面。

1.2 主要设备和仪器

(1) 轮胎胎冠挤出联动线, 天津赛象科技股份有限公司产品。

(2) MDJ-300A 型全自动电子密度计, 深圳市森宇仪器设备有限公司产品。

(3) 胎冠(侧)断面尺寸自动测量仪, 北京沃华创新科技有限公司产品。

(4) DK7880F 电火花数控线切割机床, 济南科特电加工技术有限公司产品。

(5) 新型橡胶黏着性试验仪, 进口德国的橡胶黏着性检测设备。

1.3 试验方法

1.3.1 试样制备

选取三块胎冠坯板, 分别采用三种(开型系数)方案在 DK7880F 电火花数控线切割机床上进行样板开型, 制作出三块不同开型系数的胎冠挤出样板见表 1。

方案一: 采用胎冠肩宽与底宽标准宽度的 1:0.88、1:0.90 系数开型。

方案二: 采用胎冠肩宽与底宽标准宽度的 1:0.93、1:0.95 系数开型。

方案三: 采用胎冠肩宽与底宽标准宽度的 1:0.95、

作者简介: 张志坚(1987-), 男, 大学学历, 中级工程师职称, 主要研究子午线轮胎生产质量管理、轮胎工艺工装开发设计、轮胎重量、动平衡、有限元管理等方面工作。

收稿日期: 2023-06-27

1 : 0.98 系数开型。

表 1 三种不同开型系数胎冠样板参数

方案	肩宽系数	底宽系数	厚度系数
方案一：小口型系数样板	1:0.88	1:0.90	方案 1、2、3 厚度系数相同
方案二：中口型系数样板	1:0.93	1:0.95	
方案三：大口型系数样板	1:0.95	1:0.98	

1.3.2 试验条件

(1) 试验胎冠胶、翼胶所使用的混炼胶门尼黏度、硬度、焦烧、拉伸强度值相同。

(2) 挤出机温度、试样挤出速度、供胶方式、环境温度等工艺条件相同^[1]。

(3) 相同试验人员采用同一台设备对三块不同开型系数胎冠口型依次挤出试验。

1.3.3 数据处理

不同方案胎冠样板各进行 15 次试验，每次试验取样（值）7 次（在挤出状态稳定时取值），去除最高值与最低值后取平均值。

2 结果与分析

2.1 胎冠厚度状态及稳定性变化

不同方案挤出胎冠部件厚度见图 1、图 2。

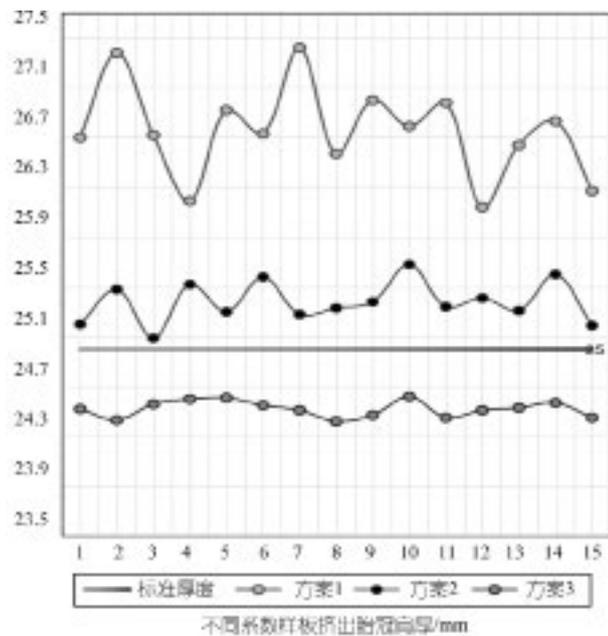


图 1 不同方案挤出胎冠肩厚状态

从图 1 可以看出在厚度相同开型系数的前提下，样板开型系数越小，挤出胎冠厚度越厚，厚度数据越不稳定；随着样板开型系数的加大，挤出胎冠厚度会随之减薄，厚度数据稳定性有显著提升，通过试验数据分析得出：胎冠挤出厚度同样板开型系数成反比关系，大开

型系数样板对挤出制品厚度稳定的有提升作用。

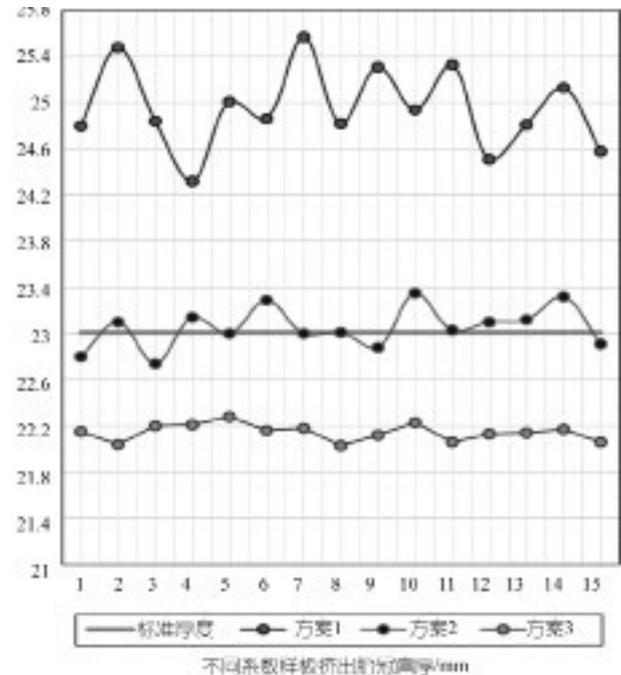


图 2 不同方案挤出胎冠中厚状态

2.2 胎冠气孔率变化

不同方案挤出胎冠断面气孔率数据见表 2。

从表 2 试验数据可以看出，方案 1 挤出的胎冠气孔率最低，胎冠胶内部致密性较高^[5]，但气孔率不稳定，数据波动较大（见图 3）；方案 3 挤出的胎冠气孔率较高，但整体波动性趋于平稳。方案 2 试验结果介于方案 1 与方案 3 之间。通过试验数据得出：胎冠样板开型系数越小，气孔率越低（见图 4），更容易得到致密性较高的制品^[2]，但会带来不利的因素是制品厚度、重量会产生波动，质量稳定性会随之降低。

表 2 不同方案挤出胎冠气孔率

类型	方案 1	方案 2	方案 3
试样 1	0.93%	1.34%	1.69%
试样 2	0.82%	1.37%	1.72%
试样 3	0.94%	1.30%	1.72%
试样 4	0.91%	1.42%	1.69%
试样 5	0.97%	1.29%	1.68%
试样 6	0.84%	1.38%	1.70%
试样 7	0.76%	1.44%	1.71%
试样 8	0.87%	1.34%	1.67%
试样 9	0.91%	1.31%	1.65%
试样 10	0.76%	1.44%	1.69%
试样 11	0.93%	1.39%	1.72%
试样 12	0.87%	1.47%	1.73%
试样 13	0.72%	1.37%	1.70%
试样 14	0.93%	1.31%	1.69%
试样 15	0.96%	1.37%	1.72%
平均值	0.87%	1.37%	1.69%

注：每次试验据检测结果算出平均气孔率

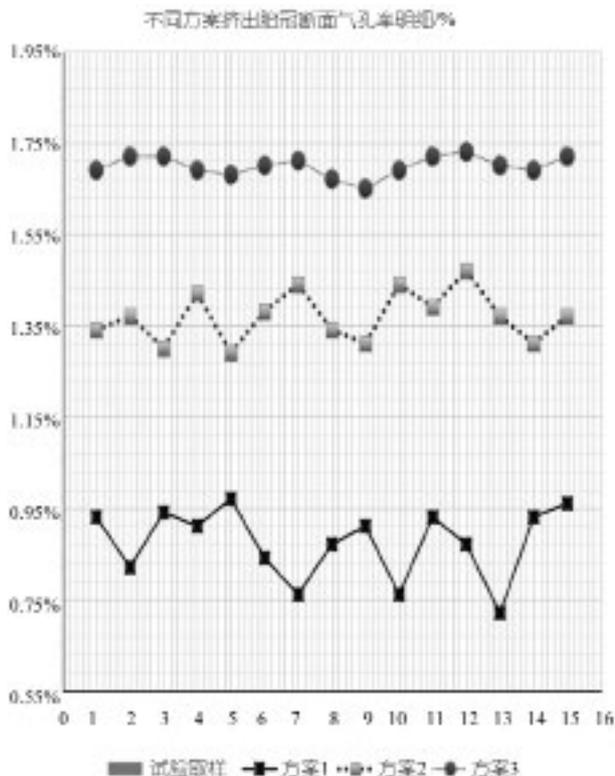


图3 不同方案挤出胎冠气孔率示意图

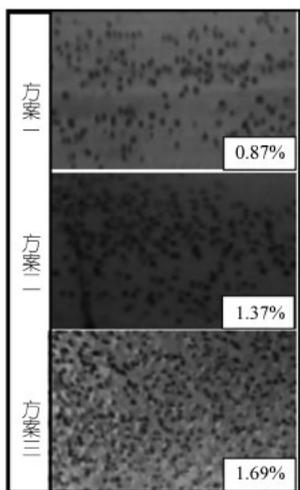


图4 不同方案挤出胎冠部件气孔状态

2.3 挤出工艺通过性

从表3数据可以看出,在固化工艺条件(挤出速度)的前提下,不同开型系数样板挤出参数与制品边部质量存在较大不同,方案1所采用的小开型系数样板挤出压力大于方案2与方案3,挤出膨胀率会随着样板开型系数的加大而逐渐减小;方案3样板受挤出膨胀率(小)影响,胎冠边部甚至出现了连续性破边异常;方案1与方案2样板挤出胎冠边部质量相对完整,未

发现破边异常。通过试验数据证明:胎冠样板会因开型系数的加大,挤出膨胀率会随之减小,存在因挤出压力不足导致胎冠边部破边的潜在质量隐患。

表3 不同方案样板挤出参数与质量状态

类型	方案1	方案2	方案3
Φ250 挤出转速	14.7	14.4	14.2
Φ150 挤出转速	8.2	8.0	7.6
Φ250 机头压力	4.7	4.6	4.4
Φ150 机头压力	6.1	6	5.8
Φ250 挤出电流	327	317	321
Φ150 挤出电流	298	297	292
生产速度/(m·min ⁻¹)	11	11	11
边部质量	无破边	无破边(破边前兆)	连续性破边深约3mm

2.4 胎冠表面黏性

为验证样板口型系数与挤出制品自黏性之间的关系,采用剥离黏性试验法对不同方案试样(未硫化的挤出胎冠断面)进行黏性测试,测试原理为:测定恒定负荷下试样剥离一定长度所需的时间或恒定伸长率下试样剥离面上单位面积耗用的能量,测试仪器为黏着性试验仪,剥离角度采用180°,接触压力为50kN。试验数据见表4,通过试验数据分析,表明了相同工艺条数下挤出试样会随着样板开型系数的加大,自黏性将随之降低,挤出制品自黏性与样板开型系数成反比。

表4 试板自黏性测试结果

试样	方案1	方案2	方案3
1	4.02	3.27	2.63
2	3.96	3.41	2.71
3	3.99	3.37	2.69
4	4.07	3.35	2.72
5	4.01	3.43	2.82
6	3.93	3.39	2.77
7	3.96	3.37	2.76

试验参数:剥离角度:180°,剥离力:50kN

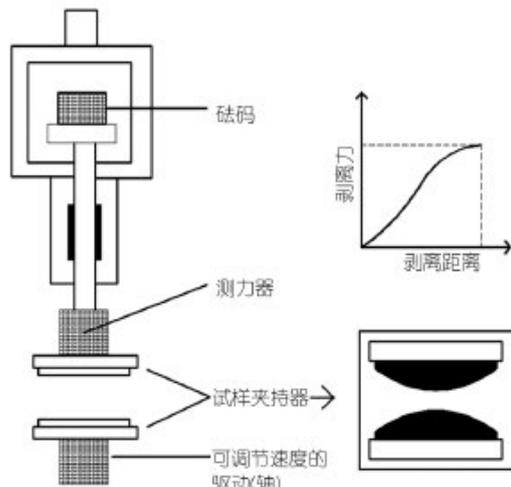


图5 新黏着性试验仪原理图

2.5 排胶温度与生产效率

为最大程度的确保天然橡胶物性，提升轮胎产品磨损性能，轮胎部件在挤出生产过程中对排胶温度有着严格的工艺要求，严禁超温超速生产；从轮胎部件加工流程来讲，挤出部件生热（排胶温度）是影响生产效率的主要因素之一；为验证胎冠样板开型系数与挤出效率之间的关系，预设 ≤ 120 °C 为胎冠挤出排胶温度上限值进行试验，从表 5 试验数据来看，方案 3 所采用的大开型系数样板，挤出压力最小，胎冠表面生热较慢，达到预设上限温度时生产效率较方案 1 提升了 15.45%。方案 1 为小开型系数样板，虽得到了致密性较高的胎冠部件，但受挤出压力大影响，胎冠挤出过程中生热较快，生产效率较方案 2、方案 3 有明显降低。结合试验数据得出：随着样板开型系数的加大，挤出制品生热速度有明显降低，挤出生产效率有明显提升，胎冠生产效率与样板开型系数成正比。

表 5 同挤出温度状态下生产效率变化

类型	方案 1	方案 2	方案 3
排胶温度 /°C	120.1	119.6	120
Φ250 挤出转速	15.3	15.7	17.6
Φ150 挤出转速	9	9.6	10.5
Φ250 机头压力	4.7	4.2	4.1
Φ150 机头压力	6.1	5.7	5.2
生产速度 / (m·min ⁻¹)	11	11.8	12.7
生产效率变化 /%	100	107.27	115.45

表 6 同挤出速度状态下挤出温度变化

类型	方案 1	方案 2	方案 3
Φ250 挤出转速	14.7	14.4	14.2
Φ150 挤出转速	8.2	8	7.6
Φ250 机头压力	4.7	4.6	4.4
Φ150 机头压力	6.1	6	5.8
生产速度 / (m·min ⁻¹)	11	11	11
排胶温度 /°C	120.1	116.6	112

3 结语

结合试验数据得出，胎冠样板开型系数与挤出胎冠厚度成正比，与胎冠重量、气孔率成反比。通过加大样板开型系数可有效提升挤出效率，但挤出制品表面自黏性会有所降低。轮胎企业可根据实际胶料配方特性与工艺管理方向（质量稳定性、生产效率、自黏性）来合理设置胎冠样板开型系数，从而提高轮胎质量稳定性，实现良好的经济与社会效益。

参考文献：

- [1] 王伟等全钢载重子午线轮胎胎冠挤出口型改进 [J]. 轮胎工业, 2016,36(3):179-181.
- [2] 朱世杰. 挤出胎冠口型开型比的研究及应用 [J]. 轮胎工业, 2018,38(2).
- [3] 雷选民等. 微波连续硫化橡胶制品的挤出口型设计 [J]. 橡胶工业, 1995,42(3):160-165.
- [4] 李花婷. 胶料自黏性影响因素的研究 [J]. 轮胎工业, 1998,18(12):731-735.
- [5] 宋海龙, 张志坚等轮胎胎冠挤出质量的控制 [J]. 轮胎工业, 2020,40(12):0 747-0 751.

Discussion on the relationship between the opening coefficient of tire extrusion template and extrusion quality

Zhang Zhijian, Song Zhengtang, Sun Wenwen, Feng Bo, Li Yi, Fu Lei, Ma Yang

(Bayi Rubber Co. LTD., Zaozhuang 277800, Shandong, China)

Abstract: The reasonable opening coefficient of tire crown extrusion template is an effective means to improve the stability of fire crown quality and reduce product return rate. Through statistical analysis of experimental data, it is possible to accurately and effectively reflect the relationship between the sample opening coefficient and the extrusion quality of the fire crown. By optimizing the template opening coefficient, the problems of high porosity, size and weight fluctuations, poor self-adhesiveness, and high discharge temperature of the tire crown can be effectively solved, thereby improving the extrusion quality of the tire crown and stabilizing the comprehensive performance of the tire product.

Key words: fetal crown; template; opening coefficient; pore rate; thickness; self-adhesive

(R-03)

