

# 浅析挤出机挤出模具结构形式对挤出制品质量的影响

万吉越，张连洲，张志坚

( 枣庄矿业(集团)有限责任公司滨湖煤矿，山东 枣庄 277000)

**摘要：**本文借助胎面挤出试验，探究了挤出机多种模具结构形式的特性，并细致分析了这些不同模具类型对挤出制品整体性能的深远影响。通过对试验数据的对比剖析，审视了常规口型模具与加厚口型模具在挤出作业中的表现数据。在此基础上，系统地评估了这两种模具对挤出制品气孔率的控制、复合黏性的提升、厚度均匀性的优化、表面黏合力的增强以及整体生产效率的促进作用。研究结果显示，当胎面结构形式与口型模具的选择和设计实现良好匹配时，能够显著提高挤出制品的合格率与生产速率，从而在全面升级产品性能的同时，为企业赢得利润。

**关键词：**加厚模具；致密性；黏合力；质量均匀性；效率

**中图分类号：**TQ320.52

**文献标识码：**B

**文章编号：**1009-797X(2026)02-0023-04

**DOI:**10.13520/j.cnki.rpte.2026.02.005

近年来，物流运输行业的迅猛发展和基础设施建设的全面加速，极大地推动了全钢子午线轮胎需求的快速增长。在此背景下，轮胎加工技术不断创新突破，各种新材料、新工艺、新工装层出不穷，旨在全面提升轮胎的综合性能表现并实现降低生产成本。轮胎胎面作为轮胎结构中至关重要的部件，其质量直接关系到整体产品的品质表现。因此，轮胎胎面质量的严格管控已成为当前轮胎行业发展的核心方向，对于提升轮胎整体性能及市场竞争力具有至关重要的意义，也是行业持续健康发展的关键所在。

## 1 实验

### 1.1 试验样品

重载型全钢子午线轮胎胎面挤出模具，采用常规与加厚两种样式的开型设计，适应不同需求。

### 1.2 主要设备和仪器

断面尺寸红外自动扫描测量仪，北京沃华创新科技公司；AI-7000M 型电子拉力机，中国台湾高铁检测仪器有限公司产品；沟槽式滚珠黏性测量仪，济南赛成电子科技有限公司。MDJ-300A 型电子密度计，深圳森宇仪器有限公司。

### 1.3 试样制备

重载型轮胎胎面在制造过程中，分别采用了常规的开口设计与更加耐用的加厚开口设计。设计参数精确编程至电火花数控线切割机床系统中，机床依据设

计尺寸对专用的口型坯板进行高精度切割。经过精细加工，最终制得了一块常规样式的胎冠挤出口型模具和一块加厚样式的胎冠挤出口型模具（见图 1），以满足不同使用场景下的需求。

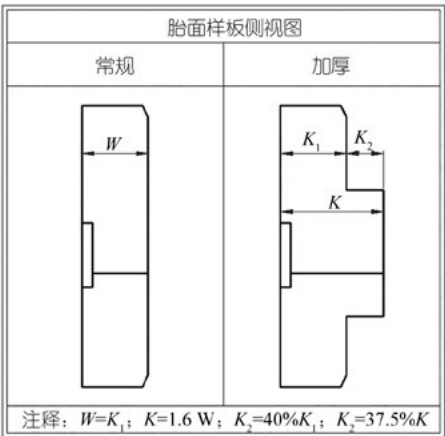


图 1 常规与加厚两类胎冠挤出模具侧视图

### 1.4 试验条件

在两种结构形式（常规与加厚）的胎面挤出模具试验中，所采用的混炼胶均来自同批次，确保了门尼黏度、硬度、密度、焦烧等关键参数的统一。同时，生产设备、工艺参数设置、作业人员配置以及环境温湿度等工艺条件均保持一致，以确保试验结果的准确

**作者简介：**万吉越(1978-)，男，助理工程师，本科，主要从事矿井生产作业计划管理、矿用装备技术改进研究等工作。

性和可比性。

## 1.5 数据处理

两种结构形式挤出模具分别进行 10 次试验，每次试验取值 7 组（状态稳定性取值），去除最高值与最低值后取平均数。

## 2 结果与分析

### 2.1 挤出胎面气孔率

气孔率<sup>[4]</sup>是衡量轮胎胎面性能的关键指标之一，它直接关系到轮胎产品的耐磨性能。为了深入探究口型模具结构与挤出胎面气孔率之间的内在联系，我们设计并推行了专项试验（结果详见表 1）。试验结果显示，采用加厚口型模具挤出的胎面气孔率显著低于使用常规模具的情况。这主要是因为加厚口型模具延长了胎面胶通过模具的时间，并增大了挤出过程中的压力，从而使得胶料分子链排列更加密实，提升了胎面内部的致密性，进而有效地降低了其气孔率（见图 2）。

表 1 不同结构模具挤出胎面气孔率及挤出压力

名称	气孔率平均值		机头压力平均值	
	常规口型	加厚口型	常规口型	加厚口型
试样 1	2.26%	1.31%	6.7	7.3
试样 2	2.17%	1.27%	6.6	7.2
试样 3	2.07%	1.35%	6.7	7.3
试样 4	2.42%	1.22%	6.7	7.3
试样 5	2.05%	1.19%	6.6	7.4
试样 6	2.22%	1.28%	6.7	7.4
试样 7	2.17%	1.24%	6.7	7.3
试样 8	2.09%	1.24%	6.6	7.3
试样 9	2.16%	1.31%	6.7	7.3
试样 10	2.32%	1.09%	6.7	7.4
平均值	2.19%	1.25%	6.67	7.32

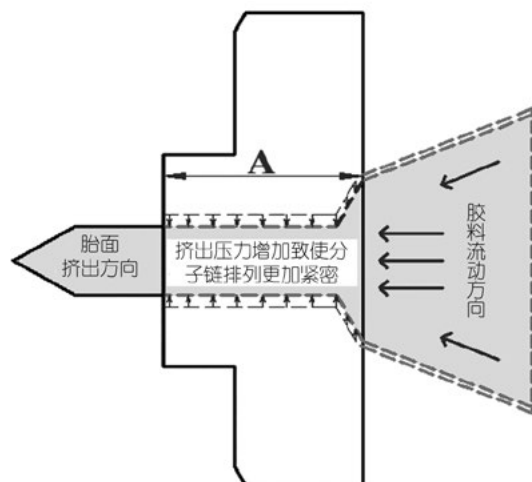


图 2 加厚口型模具挤出胎面示意图

### 2.2 挤出胎面复合强度与黏合力

在推进试验过程中，我们发现采用常规口型模具挤出的厚制品胎面，在两侧翼胎面胶与贯通翼胶的复合区域常因黏合不实而出现界面脱层的前兆（见图 3）。为了准确验证口型模具结构对胎面复合强度与黏合力的具体影响，我们在热复合状态下，利用电子拉力机在 150N 的恒定拉力下，对两种不同结构胎面的复合强度与黏合力进行检测。通过剥离时间的综合评估，结果显示，加厚口型模具挤出的胎面在复合强度与黏合力方面均明显优于常规口型模具，表现出了最佳的复合效果与黏合力（见图 4）。

### 2.3 胎面厚度与重量稳定性

胎面厚度与重量的稳定性是衡量轮胎质量控制水

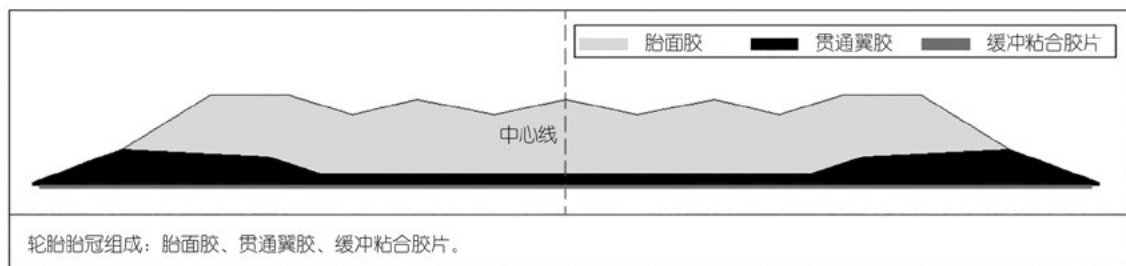


图 3 两复合胎面结构组成及示意图

平的关键指标。为了深入探究模具结构对这两个关键指标的具体影响，我们在相同的工艺条件下，分别采用了常规口型模具和加厚口型模具进行了挤出试验。通过对比分析试验数据，我们发现加厚口型模具在胎面厚度与重量的稳定性方面，均表现出了明显优于常规结构模具的性能（详细数据见表 2）。同时，在实际投产过程中，加厚模具挤出的胎面不良率也显著低于

常规模具（数据对比见表 3），充分证明了加厚模具在产品质量管控方面取得了更加显著的成效。

### 2.4 挤出胎面表面黏性

胎面表面黏性是轮胎制造过程中的一个至关重要的质量控制要点。如果黏性不足，轮胎在制造及使用过程中会出现脱层、气泡等一系列质量问题。为了准确测量不同模具挤出胎面的黏性，我们采用了沟槽式

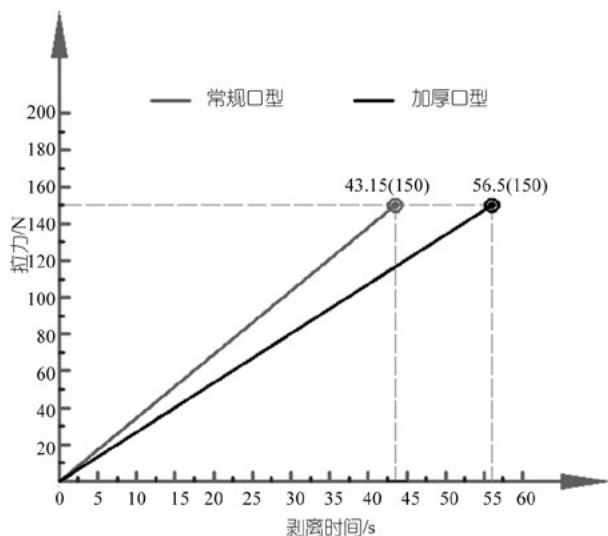


图 4 不同结构模具挤出胎面复合强度与黏合力试验结果

表 2 不同结构模具挤出胎面厚度与重量稳定性

名称	肩厚 标准	重量 标准	肩厚实测 /mm		重量实测 /kg	
			常规模具	加厚模具	常规模具	加厚模具
试样 1	37.30	37.80	37.97	37.35	36.96	37.55
试样 2	37.30	37.80	37.77	37.33	37.25	37.63
试样 3	37.30	37.80	37.35	37.11	37.13	37.37
试样 4	37.30	37.80	37.72	37.42	36.82	37.72
试样 5	37.30	37.80	37.56	37.29	37.07	37.46
试样 6	37.30	37.80	37.39	37.35	36.89	37.56
试样 7	37.30	37.80	37.82	37.52	37.12	37.52
试样 8	37.30	37.80	37.58	37.21	36.70	37.43
试样 9	37.30	37.80	37.25	37.35	37.30	37.76
试样 10	37.30	37.80	37.53	37.49	37.42	37.67
平均值	37.30	37.80	37.59	37.34	37.07	37.57
极差值	0	0	0.72	0.41	0.72	0.39

滚珠黏性测量仪进行检测，通过滚珠在胎面表面滚动的距离来反映其黏性大小，滚珠滚动的距离越短，说明胎面的黏性越佳(见图 5)。试验结果清晰地显示(见表 4)，加厚口型模具生产的胎面在黏性方面明显优于

表 3 不同结构模具挤出胎面厚度与重量稳定性

类别	生产条数	不良原因 (条 /%)					不良 条数 / 率
		厚度不良	重量不良	边部缺胶	界面脱层	其它原因	
常规模具	5 023	641	705	61	197	49	1653
		12.76%	14.04%	1.21%	3.92%	0.98%	32.91%
加厚模具	5 620	89	96	19	0	55	259
		1.58%	1.71%	0.34%	0.00%	0.98%	4.62%

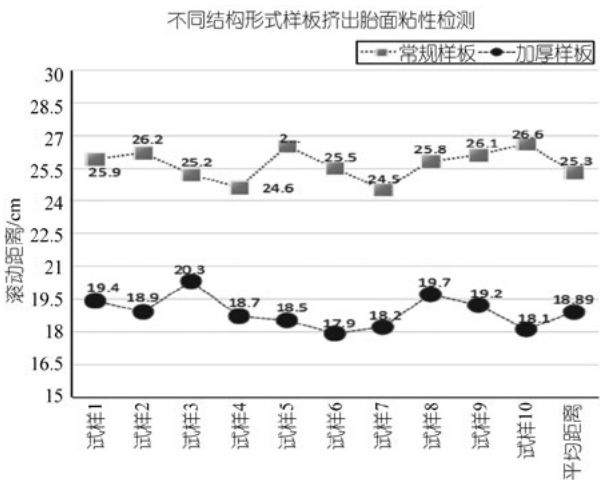


图 5 不同结构形式模具挤出胎面黏性检测

常规模具，这主要是因为加厚口型模具在挤出过程中提升了压力，从而增强了胶料的塑化效果和胎面的黏性，有效改善了轮胎气泡、脱层等质量问题。

2.5 生产效率

生产效率是轮胎制造成本管控中的核心要素之一，特别是在确保轮胎耐磨性能的前提下，胎面生产对挤出温度有着极为严格的要求。为了实现成本的有效控制，企业需要在保证工艺温度的同时，尽可能地提升生产效率来摊薄生产成本。试验结果显示，虽然加厚模具在提高胎面半成品致密性方面表现优异，但由于加厚口型板的设计增加了挤出机的挤出压力，使得胶料在挤出过程中需要更长的时间和更高的能量才

表 4 125℃排胶温度条件下不同结构模具生产效率

试验次数	排胶温度 /℃	生产速度 /(m·min <sup>-1</sup> )		加厚与常规模具效率对比
		常规模具	加厚模具	
第 1 次	125	9.1	8.6	-5.49%
第 2 次		9.2	8.5	-7.61%
第 3 次		9.1	8.6	-5.49%
第 4 次		9.1	8.4	-7.69%
第 5 次		9.1	8.4	-7.69%
第 6 次		9.1	8.6	-5.49%
第 7 次		9.2	8.7	-5.43%
第 8 次		9.3	8.7	-6.45%
第 9 次		9.3	8.6	-7.53%
第 10 次		9.2	8.5	-7.61%
平均值	125	9.17	8.56	-6.65%

