

# BB430 密炼机主机吊装方法的探讨

钟伟雄

(万力轮胎股份有限公司, 广东 广州 510940)

**摘要**: BB430 密炼机主机更换, 因受空间狭窄、设备重、移动距离长等客观条件限制, 吊装方案的制订比较复杂而困难。根据现场勘察结果, 结合厂房结构图纸、楼面主梁承载能力、设备重量、外形尺寸等主要参数, 通过计算确定吊装方法。采用三楼楼面架设工字钢, 多个环链葫芦配合对主机进行拆装, 确保本项目安全、顺利完成。

**关键词**: BB430 密炼机; 主机吊装; 方法

**中图分类号**: TQ330.43

**文献标识码**: B

**文章编号**: 1009-797X(2024)10-0031-06

**DOI**: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.10.007

密炼机在经过一段时间的使用, 混炼室磨损达到一定程度, 通常 4~6 年为一个大修周期。近年来随着轮胎技术的发展及需求, 较多新型材料用于胶料配方, 尤其母炼机台, 混炼室的磨损加快, 缩短了密炼机的大修周期。根据公司制定的《密炼室精度校验管理指导书》规定, 每年一次对混炼室内壁与转子棱峰等主机精度进行检测, 据此制订精度恢复性大修计划。主机吊装更换项目, 如何克服制约现场吊装的因素, 确立安全、快捷的吊装方法, 是本文探讨的重点。

## 1 主机更换项目背景

万力轮胎股份有限公司炼胶 4#BB430 密炼机为日本神户制钢所制造, 用于生产母炼胶。使用多年后混炼室井口板、转子、混炼室内壁等部位合金层磨损, 后密炼室水道漏水, 混炼室卸料口与下顶栓接触斜面磨损严重, 已接近极限, 转子棱峰与下顶栓三角斜面间隙只有 1mm, 若不进行大修, 最严重后果将造成转子和下顶栓碰撞的严重设备事故。现场有一台大修完成的备用 BB430 密炼机主机, 计划将需大修的 BB430 密炼机主机拆卸后, 安装备用的 BB430 密炼机主机, 拆卸下来的密炼机主机外发进行大修, 以恢复设备精度而备用。

## 2 密炼机主机结构简介

密闭式炼胶机简称密炼机, 主要用于橡胶的塑炼和混炼。密炼机是一种设有一对特定形状并相对回转的转子、在可调温度和压力的密闭状态下间隙性地对

聚合物材料进行塑炼和混炼的机械。具有混炼时间短、生产效率高、自动化程度高、混炼工艺控制多样化、劳动强度小、混炼密封性较高的优势, 且在橡胶的塑炼和混炼中得到广泛的应用。

密炼机主机主要由混炼室、转子、转子密封装置、加料压料装置、卸料装置、机座等部分组成, 见图 1 所示。

### 2.1 主机

主要有转子、混炼室、转子密封装置、卸料装置等组成。

### 2.2 加压料装置

主要由加料、压料装置组成。加料装置由加料室和斗形的加料口以及翻板门(加料门)组成, 这部分作用主要是用于加料和瞬间存料。压料部分: 主要由上顶栓和推动上顶栓做上、下往复运动的液压缸组成, 它的主要作用: 给胶料一定的压力, 加速炼胶过程, 提高炼胶效果。

### 2.3 机座

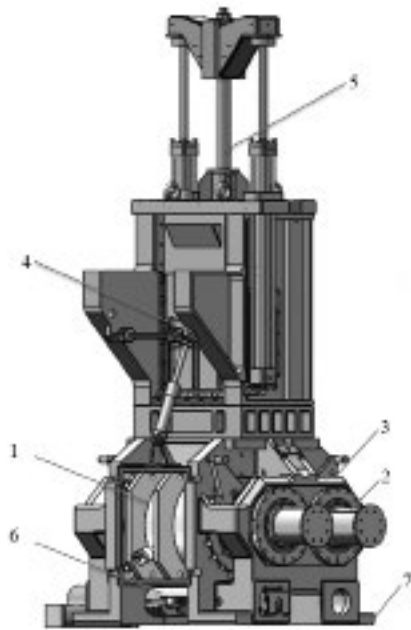
主要起支撑作用, 是密炼机主机的基础, 是设备安装精度的重要保障。

## 3 吊装难点

密炼机主机更换吊装, 经过现场勘察, 根据厂房设计基础、结构图纸、楼面主梁承重能力, 结合设备

**作者简介**: 钟伟雄(1979-), 男, 本科, 助理工程师、钳工高级技师, 主要从事设备维修、机械技术管理工作。

**收稿日期**: 2024-01-02



1—混炼室；2—转子；3—转子密封装置；4—加料装置；  
5—压料装置；6—卸料装置；7—机座

图1 密炼机主机组成示意图

拟吊装路线，发现存在以下几个难点：

### 3.1 空间受限

4#密炼机BB430安装在一楼5.3 m高的钢结构平台上，一楼楼层高度9 m，二楼楼层高度8.5 m，吊装口宽度2.8 m，主机外形尺寸：3.3 m×2.6 m×1.8 m（含外部安装、联接的部分附属部件），主机上方未预设大修吊装用的行车，车间内空间受限，工作场地狭小，不具备用大型吊车等机械起重作业条件。

### 3.2 设备重

BB3430密炼机主机+机座+加压料装置共重42 t，本次主机的更换，先将加压料装置拆除吊离后，松开主机固定螺栓，机座不拆，将主机吊出，主机重26 t左右。因楼面承载力受限，受力承重点必须分布在设备上方楼面两侧跨距6 m的主梁上，而主梁每一受力点额定载荷5 t，无疑增加了吊装难度。

### 3.3 移动距离长

(1) 主机起始吊点到预定的最终降落点，直线移动距离7.3 m。

(2) 主机正上方安装有炭黑秤量平台，主机起始中心吊点的20T葫芦，钢丝绳横向移动角度不能大于20度。

(3) 主机宽度与吊装口只有0.2 m左右的距离，降落高度5.3 m以上。

## 4 吊装方案

根据设备的重量、外形尺寸等参数，设备吊装受工器具、吊装空间、施工现场环境、作业安全等诸多因素的限制，通过多个吊装方法的比对，最终确定采用三楼架设工字钢，多个环链葫芦配合对主机进行吊装的方案。

### 4.1 吊装框架设计制作及吊点布置

450工字型钢7根做横梁，两端压在三楼主梁上，脚底钢板用 $\delta=20$  mm，400 mm×420 mm钢板垫脚并焊接在工字型钢下。横梁上方用250工字型钢连接并焊接，防止450工字型钢翻转。每个工字型钢上面挂钢丝绳处焊接 $\Phi 108 \times 6$ 无缝钢管，利于钢丝绳牵引滑动。

7根450工字钢的布置，复核各工字钢中心距，在工字钢的两侧下方用 $\Phi 108$ 水钻钻孔，钢丝绳从两孔穿过时不与楼板摩擦。架设3个20 t环链电动葫芦（中心吊点）、8个10 t环链电动葫芦，共11个葫芦，每一步吊装到位后，更换葫芦再进行下一步的吊装，见图2所示，分步将主机吊至预定落点位置。

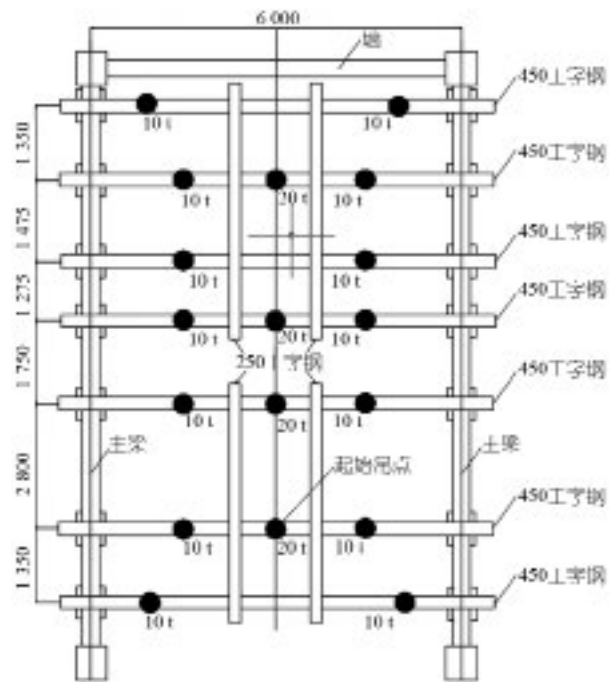


图2 吊装框架及吊点布置图

主机平台吊落至地面的主吊点与吊装口中心一致，每个葫芦必须确保满足5.5 m以上的有效行程，过程中途不允许更换葫芦，在两侧行进牵引葫芦的配合下，宽度2.6 m的主机有序垂直通过2.8 m宽，5.3 m高的吊装口，见图3所示，降落至一楼地面。

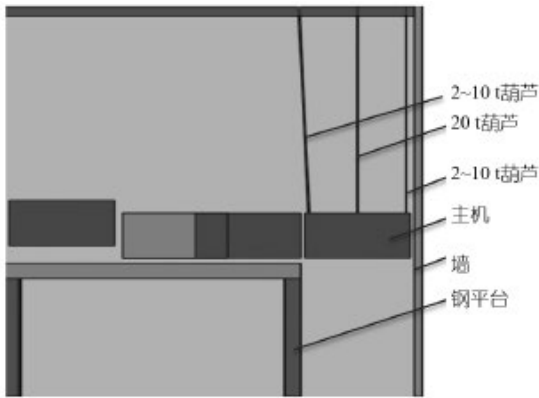


图3 吊装口吊点示意图

## 4.2 建筑物及器具安全校验

### 4.2.1 建筑物安全核算

吊装过程中至少5个以上葫芦同时受力，3根或以上450工字型钢两端同时压在主梁上。

$F_1$  (支承点承重) = 26 t (主机重量) / 6 (主梁支承点) = 4.33 t < 5 t (主梁允许承载重量)。

故主机吊装，建筑物是安全的。

### 4.2.2 起吊钢丝绳的选用及核算

钢丝绳是起重吊装作业中的主要绳索，具有强度高、弹性大、韧性好、耐磨、能承受冲击载荷等优点，且磨损后外部产生许多毛刺，容易检查，便于预防事故，可用作起重、牵引、捆绑及张紧等。

结构吊装中常用的钢丝绳是由六束绳股和一根绳芯（一般为麻芯）捻成，绳股是由许多高强钢丝捻成。

钢丝绳按绳股数及每股中的钢丝数区分有：6股7丝、7股7丝、6股19丝、6股37丝及6股61丝等。吊装中常用的有6×19、6×37两种：6×19钢丝绳可作缆风和吊索；6×37钢丝绳用于穿滑车组和作吊索。

表1 钢丝绳破断拉力换算系数表

钢丝绳结构	换算系数
6×19	0.85
6×37	0.82
6×61	0.8

表2 钢丝绳的安全系数表

用途	安全系数
作缆风	3.5
用于手动起重机	4.5
用于机动起重机	5~6
用作吊索（无弯曲时）	6~7
作捆绑索	8~10
用于载人的升降机	14

钢丝绳允许拉力按下列公式计算：

$$[F_g] = aF_g / K$$

$[F_g]$ —钢丝绳的允许拉力 (kN)；

$F_g$ —钢丝绳的钢丝破断拉力总和；

$a$ —钢丝绳破断拉力换算系数，见表1取用；

$K$ —钢丝绳的安全系数，见表2取用。

计划选用钢丝绳规格：Φ26 mm，结构：6×37M-FC，抗拉强度：1 960 MPa的钢丝绳作吊索，求它的允许拉力  $[F_g]$ 。

钢丝绳的钢丝破断拉力总和  $F_g =$  直径 × 直径 × 钢丝公称抗拉强度 × 0.295 ÷ 1 000 = 26 × 26 × 1 960 × 0.295 ÷ 1 000 = 391 kN。

从表1查得  $a = 0.82$ ；

从表2查得  $k = 6$ ；

允许拉力  $[F_g] = aF_g / K = 0.82 × 391 / 6 = 53.4$  kN；

5根绳合计拉力  $5 × 53.4 = 267$  kN = 27.23 t。

### 4.2.3 吊装过程中钢丝绳最大倾角状况下的拉力计算

$$F = G / 4 \cos \beta$$

式中：

$F$ —一根钢丝绳的拉力；

$G$ —构件重力；

$\beta$ —钢丝绳与垂直线的夹角。

起吊过程，中心吊点20 t葫芦及一侧的2个10 t葫芦，将主机直线向上吊起，另一侧2个10 t葫芦用作重物平衡，见图4。主机吊离平台或离地面约500 mm高度，静止后，进行摆位移动，直到主机中心吊点与下一个中心吊点的20 t葫芦位置垂直，再下降，停稳后更换葫芦，进行下一个摆位。主机起始位置  $A_1$  与主机位置  $A_2$  中心距2 800 mm，是三次摆位移动中，中心距最长，葫芦5产生牵引偏移角度最大，为12°。主机从  $A_1$  位置移动到葫芦5垂直位置，葫芦6再进行小角度行进牵引到葫芦4与位置  $A_2$  中心垂直位置。

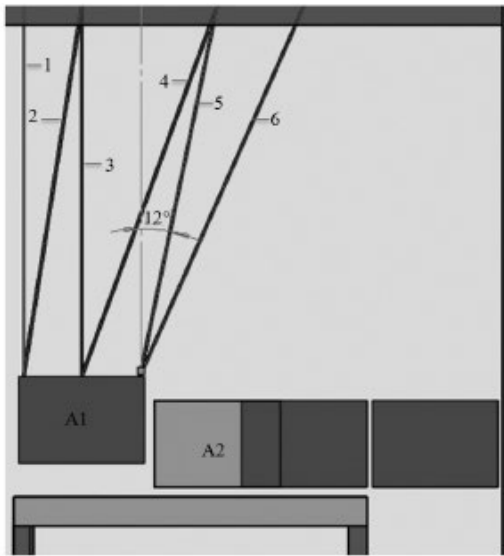
主机重量26 t，移动过程，中心吊点葫芦20 t，行进牵引单个葫芦最大侧向受力6 t。

单根行进牵引葫芦钢丝绳拉力  $F = 6 / \cos 12^\circ = 6 / 0.978 \approx 6.13$  t

主机重量 < 27.23 t，单根行进牵引葫芦钢丝绳拉力  $6.13$  t < 10 t (葫芦允许起吊的重量)

故吊装行进过程钢丝绳在最大倾角条件下，钢丝绳所受拉力是安全的。

故Φ26 mm，6×37M-FC作为26 t密炼机主机吊装，钢丝绳和行进牵引葫芦是安全的。



1—10 t 葫芦；2—10 t 葫芦；3—20 t 葫芦；4—20 t 葫芦；  
5—10 t 葫芦；6—10 t 葫芦

图4 吊装行进过程钢丝绳最大倾角示意图

## 5 主机吊装步骤

### 5.1 制作安装钢结构吊装框架

按图现场制作安装钢结构吊装框架，且根据吊点分布在楼面开孔，确保建筑主梁吊装过程受力安全可控。

### 5.2 吊装

架设葫芦及钢丝绳，与主机上的吊点相联，绑扎牢固，吊装工机具准备见表3。拆除主机外围的管道、线路、炭黑斜槽、主机侧的上辅机钢平台，将主机温控、加压料装置拆除吊至与主机吊装及施工无影响的位置摆放。

表3 主要吊装工机具清单

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	电动环链葫芦	10 t	只	8	
2	电动环链葫芦	20 t	只	3	
3	机械千斤顶	30 t	只	4	
4	卸扣	20 t	只	4	
5	卸扣	10 t	只	10	
6	钢丝绳	6×37+1-Φ26	根	11	
7	钢板	δ=20	m <sup>2</sup>	4	
8	焊机		台	2	
9	载重滚轮小车	35 t	台	4	
10	无缝钢管	Φ108×6	米	20	
11	工型钢	250	米	26	
12	工型钢	450	米	45	

### 5.3 主机正式吊装前的试吊

(1) 试吊必须在一切工作准备完毕，并经检查无误后进行。

(2) 试吊中各岗位人员必须按正式吊装人员进入岗位，负正式吊装的责任。

试吊方法：将设备吊高0.5 m，停止10 min对各受力部位及上下吊点的捆绑绳进行检查。然后将设备落下，再抬高1 m进行同样的试验和检查。重点是绑扎点的检查。

### 5.4 主机正式吊装

(1) 在正式吊装前各岗位人员应列队到岗，检查本岗位情况。检查后现场吊装指挥向领导小组报告，请示吊装命令，由吊装小组下达起吊命令，方可起吊。

(2) 将主机吊高0.5~1 m后停车检查，检查方法同试吊。

(3) 密炼机主机拆除，拆除前先用10个葫芦吊住主机的5个吊点，根据主机吊起的高度及需要的移动位置，相互配合将主机位置1移动到位置2。同样方法，倒换葫芦从主机位置2移动到位置3，主机位置3移动到位置4，见图5所示。

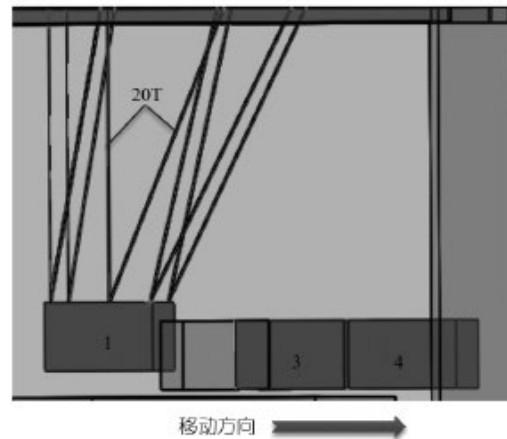


图5 主机吊装步进示意图

(4) 主机从位置4吊落至一楼地面后，使用4个载重滚轮小车搬运到车间外指定地点存放。

(5) 备用主机换上联轴器后，搬运到起吊位置，和拆除一样的方式方法将备用主机吊到钢平台上，并通过各葫芦协调配合使主机就位。

(6) 主机找正，在减速机输出轴上放置百分表座，每个转子架设2个百分表，共4个百分表，分别检测两转子轴径向和端面跳动值，利用主机上方架设的葫芦配合调整，增减底座垫片，减速机输出轴与转子轴，同轴度和端面平行度≤0.25 mm；在边支架顶面基准平面上，用200 mm框式水平仪对水平度进行检测，密炼机主机水平度≤0.10/1 000 mm。

(7) 按拆前转子原相位角联接联轴器。

(8) 试机, 检验设备装配、安装精度、各功能是否满足要求。试机前, 对安全装置、安全保护功能进行检查、完善; 确认各动力介质、润滑点到位, 无异常泄漏, 进行空载试机, 时间 6~8 h 间为宜, 主要检验:

a. 转子、轴承等运转平稳, 声响正常, 无异常声响及振动情况。

b. 检查并记录转子端面密封有无异常温升。

c. 检查润滑系统: 转子端面密封润滑是否畅通, 有无泄漏。

d. 利用测温计测量转子轴承等温升 $\leq$ 室温+35℃。空载试车检验正常后进行投料试车。

## 6 吊装过程中需要注意的事项

(1) 操作人员在作业前, 要明确任务, 并制定可靠的安全技术措施, 班组长和安全管理人員要经常督促检查, 发现问题要及时、妥善加以解决。

(2) 建立安全施工责任制, 责任到人, 所有参加施工人员严格遵守安全吊装规程。

(3) 在施工前, 技术负责人对所有施工人员进行吊装方案的详细交底, 使施工人员掌握技术要求及要点。

(4) 必须按照吊装方案所规定配置吊装工器具。

(5) 对所有的吊装工器具, 必须逐个进行认真检查, 倒链等, 必须检查、清洗、加油。对购置的钢丝绳必须有合格证, 自有钢丝绳要全长度进行认真检查, 进行拉力实验。电动环链葫芦, 使用前应检查其传动、制动部分是否灵活可靠, 传动部分润滑正常, 链条无损伤, 销子牢固可靠。

(6) 起重吊装的指挥人员必须持证上岗, 作业时应与操作人员密切配合, 执行规定的指挥信号 GB5082—85。

(7) 吊装作业前, 应预先在吊装现场设置安全警戒标志并设专人监护, 非施工人员禁止入内。

(8) 施工人员要服从统一指挥和调配, 分工明确, 坚守岗位, 尽职尽责, 保证吊运工作的顺利进行。

(9) 起吊重物应绑扎平稳、牢固。

(10) 密炼机主机起升和下降速度应平稳、均匀, 不得突然制动。

(11) 设备起吊前, 要检查各绑扎点是否可靠, 重心是否准确, 并进行试吊。

(12) 试吊无问题后, 方可进行正式吊装。

(13) 电动环链葫芦在起吊的时候, 上升速度要缓慢, 垂直的 3 个葫芦受力后, 行进牵引葫芦再受力, 葫芦的吊勾必须确保可 360° 旋转自由, 防止葫芦卡死。

(14) 主机垂直吊起离开平台后, 利用摆动方向的反方向拉拽的葫芦抵消势能向动能的转化, 主机要一点一点的移动到, 与下一个 3 个葫芦垂直的位置, 消除势能后再降落停放平稳, 更换葫芦、钢丝绳后再进行一个位置的起吊、移动, 安全进行。

## 7 结论

BB430 密炼机主机吊装, 因建筑物未预设行吊装置, 又无法进驻汽车吊, 且无位置树立拔杆并用卷扬机起重, 采用三楼楼面架设工字钢, 多个环链葫芦配合对主机进行吊装的方法, 经验证安全、高效、顺利地完成任务。本方案对行业内类似条件的大型设备起重吊装, 具有一定的借鉴作用。

### 参考文献:

- (1) 朱阁, 庄庆霸. 机械设备维修与保养实用技术. 化学工业出版社, 2015.
- (2) 建筑工人职业技能培训教材编委会. 安装起重工. 中国建材工业出版社, 2016.
- (3) 杨方明, 王春阳, 起重工. 湖北科学技术出版社, 2009.

## Discussion on the lifting method of BB430 mixer host

Zhong Weixiong

(Wanli Tire Co. LTD., Guangzhou 510940, Guangdong, China)

**Abstract:** Due to objective limitations such as narrow space, heavy equipment, and long movement distance, the formulation of the lifting plan for the BB430 internal mixer host is relatively complex and difficult. Based on the on-site inspection results, combined with the structural drawings of the factory building, the bearing capacity of the floor main beam, equipment weight, external dimensions and other main parameters, the lifting method is determined through calculation. Finally, by installing I-beams on the third

floor and coordinating with multiple chain hoists to disassemble and assemble the main unit, the safety and smooth completion of this project were ensured.

**Key words:** BB430 internal mixer; host lifting; method

(R-03)

## 汉高携手 4JET 推出开创性电动汽车静音轮胎生产工艺

**Henkel partners with 4JET to launch groundbreaking electric vehicle silent tire production process**

电动汽车因其独特的轻质结构和无发动机噪音设计，导致轮胎滚动噪音在驾驶室内变得尤为突出。根据不同路面和车速，相较于内燃机驱动的车辆，电动汽车往往会带来更为强烈且不悦的侵入感。现代电动汽车通常配备内置隔音聚氨酯（PU）泡沫衬里的轮胎。这些“静音轮胎”显著降低了车内以及周围环境的轮胎噪音排放，确保更加宁静、舒适的驾乘环境。

### 电动汽车静音轮胎：一项前所未有的行业挑战

这一解决方案概念虽然简单，却向全球轮胎制造商提出了一道复杂而艰巨的难题：如何将第二条转运流程线整合到轮胎工厂中，同时将轻质但体积较大的泡沫运输到生产线末端的“轮胎装配岗位”。这需要大量的空间用于转运流程处理和泡沫的多级中间储存。转运流程、切割、添加粘合剂和将泡沫插入轮胎等工作都需要许多额外的手动或半自动作业。最后，对于每个生产出来的轮胎，必须“按顺序”提供合适的泡沫。因此，轮胎的制造成本增加了 25%，而这项技术通常不可能被整合到现有轮胎工厂中。此外，聚氨酯泡沫件的边角料也会产生大量废物。

### 创新的 LASER-FIT 工艺：在轮胎中直接注入泡沫，随后进行激光激活

汉高和 4JET 日前携手推出了一种静音轮胎生产新工艺，以应对这些挑战。LASER-FIT 创新工艺在轮胎生产线末端，使用液体起始原料直接在轮胎内生成匹配的隔音泡沫。这一创新之举，不仅消除了复杂的按顺序操作、繁琐的转运流程环节以及手动作业，同时赋予轮胎制造商更大的自由度，能够调整泡沫的几何形状和体积，使其更容易适应轮胎类型，从而减少废物产生。

### 成品时间创下新纪录

这种直接泡沫工艺在其他行业和应用中已臻成熟，在加注泡沫后，通过使用激光专利泡沫活化工序产生理想泡沫。与酵母面团类似，泡沫会在表面形成不透气的表皮。这种表皮会大幅减少渗透到开孔隔音泡沫中的声音，进而限制声音吸收。汉高粘合剂技术汽车零部件事业部全球市场战略总监 Rainer Schönfeld 博士表示：“我们新推出的乐泰（LOCTITE）LASER-FIT 隔音泡沫凭借庞大的内表面以及专为抑制轮胎噪音量身定制的孔隙结构，实现了卓越的吸音性能。4JET 的激光激活工艺是精确去除泡沫表皮的理想选择，该工艺使大部分声波被泡沫表面反射而不是被吸收。这一伟大创新是德国中小企业创新实力的一个典型例证，这些企业仍然是我们经济发展的坚实引擎！”汉高粘合剂技术汽车零部件业务部门全球负责人 George Kazantzis 表示：“在轮胎中直接注入泡沫，这种具有革命性的技术代表了我们对创新和可持续性的共同承诺。通过消除预制泡沫的运输环节并减少切割过程中的材料浪费，我们帮助客户大幅降低了碳足迹。”

今年 3 月，汉高和 4JET 在汉诺威的 TireTech 上展示了该工艺概念，随后合作伙伴在创纪录的极短时间内成功将该工艺变为现实。4JET 集团联席首席执行官 Armin Kraus 博士表示：“我们非常荣幸能与汉高携手，它是这项创新技术的理想开发伙伴。汉高将技术复杂的聚氨酯泡沫开发专业知识与其机械应用相结合，这在全球范围内都极为罕见。此外，汉高还拥有丰富的汽车行业知识，以及覆盖全球的业务网络，确保能够稳定地向全球轮胎行业供应高质量的产品。我们亲眼见证了这一切。汉高展现出的工作热情与惊人速度更是给我们留下了深刻的印象。从创意到应用，我们在创纪录的短时间内完成了这一壮举。接下来，我们将于下个月在上海举行的 RubberTech24 上展示我们联合开发的这套完整解决方案。”

摘编自“汉高”

(R-03)