

轮胎硫化后充气处理装置

邓海珊

(上海人造板机械厂有限公司, 上海 201800)

摘要: 轮胎硫化后充气处理装置的主要功能是对刚经过硫化工艺处理的新轮胎进行冷却定型以及耐压密封性测试。在轮胎后充气处理工艺中, 在刚经过硫化工艺处理的轮胎内填充一定量的高压气体, 并维持一段时间。这样新轮胎可以获得稳定的外形, 和稳定的钢丝圈止口尺寸。这个工艺过程能够节省轮胎硫化对化石能源的过度消耗, 同时也提高了轮胎硫化机的单机工作效率。是经过后处理工序的轮胎钢圈具有稳定的定位尺寸, 有利于后续轮胎与轮辋自动化装配。

关键词: 轮胎; 后处理装置; 提高效率; 自动化装配

中图分类号: TQ330.47

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)09-0041-05

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.09.009

1 轮胎硫化后充气处理装置的发展与现状

近些年, 随着汽车产业的快速发展, 车乘体验优越感逐渐成为了高端汽车的标配。越来越多的车主选择更加舒适的、轮胎噪声小的乘用车轮胎。这些轮胎有着特殊的结构以及橡胶配方, 同时在轮胎成型过程中还需要将轮胎进行后充气处理, 以满足硫化后的轮胎满足汽车主机厂的使用要求。常见的轮胎硫化后充气处理装置主要的结构形式有上下两工位叠加式, 上下两工位翻转式后处理装置。

1.1 轮胎硫化与轮胎冷却定型

轮胎后充气处理装置是轮胎硫化工艺中非常重要的设备, 其作用是为了硫化后的轮胎立刻进行充气定型、冷却, 轮胎获得稳定的轮胎止口间距这一特点有利于轮胎在汽车轮辋上安装使用。最初的橡胶轮胎很少有轮胎后充气处理装置, 主要是轮胎结构和轮胎工艺有所不同。比如斜交轮胎, 轮胎两侧和胎冠通体由一层或多层纤维帘布组成, 轮胎经过高温高压的硫化工艺后, 轮胎的上胎面比较容易下塌。全钢子午线轮胎的左右两侧和胎冠由数层纤维帘布和钢丝帘布组成, 因此硫化后的整形效果要优于斜交轮胎。其次是硫化工艺不一样, 早前的轮胎硫化工艺主要是采用饱和蒸汽产生的过热水对橡胶进行高温高压硫化, 在热水循环或者冷却水循环过程中有利于轮胎定型。后来的轮胎硫化机工艺大部分采用节能高效的蒸汽+氮气组合

方式, 因此轮胎硫化后充气处理装置逐渐成为了硫化机的重要部分, 得到了广泛应用。

1.2 翻转式四工位轮胎后充气处理装置特点

翻转式四工位轮胎最早由日本三菱重工提出, 由左右独立上下两个工位组成, 能够同时满足4条轮胎同时充气冷却定型, 和轮胎定型硫化机实现完全自动化联动生产, 具有效率高、轮胎定型效果好的优势, 深得市场的广泛应用, 如图1所示。

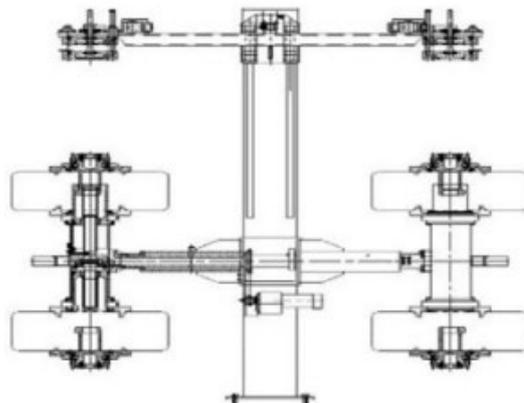


图1 翻转式四工位后充气装置

翻转式四工位后充气装置显著的特点是有有一个活动横梁, 该活动横梁上配置有气动装置, 可以操纵后充气上轮辋锁头与固定座上的下轮辋锁紧装置实现轮

作者简介: 邓海珊 (1986—), 男, 本科, 工程师, 项目经理, 主要从事橡胶机械设计与研发工作。

胎充气时维持良好的气密封效果。活动横梁下方的中心装置上设置有四个充气工位，其中左右工位分别独立布置，上下工位通过中心轴自动翻转，实现上下工位互换，这种结构俗称翻转式四工位。由于一个活动横梁配合上下两个轮胎充气工位，这个结构的弊端就是活动横梁上的活动构件容易出现松动产生机械磨损。特别是松闭锁的结构强度在早期的轮胎冷却定型过程出现的故障概率很高。翻转式后充气的上下工位翻转机构一般是在电机或者其他齿轮齿条机构的驱动下实现，无论是电机驱动旋转还是其它间隙运动机构，长时间的使用都不可避免发生翻转不到位的情况，翻转式后充气另一个特点是机械结构比较复杂，设备维护比较麻烦。上下充气轮辋要求有较高的同轴度，可以避免轮胎充气时发生轮辋漏气现象，但是这种机械制造本身存在的误差不可避免。

1.3 框架式四工位轮胎后充气处理装置特点

早在 20 世纪初，德国 HF 轮胎设备制造公司发明了水平布置上下左右独立的框架式轮胎充气处理装置。该结构由整体式焊接框架上下布置两个充气工位，上下两个工位固定相互独立，其中一个轮辋固定在框架上，另一个活动轮辋由液压执行机构驱动，并且充分利用液压系统维持活动轮辋和固定轮辋之间保持良好的密封效果。如图 2 所示。

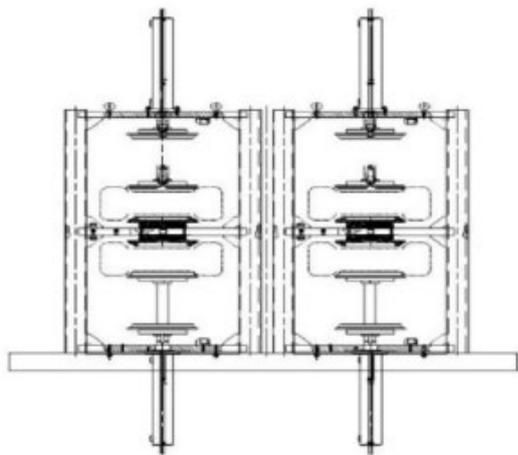


图 2 框架式四工位轮胎后充气处理装置

框架式的四工位结构强度稳定，运动副相比较翻转式的后充气有着明显的优化。但是液压油长时间使用存在泄漏情况，在轮胎制造领域，液压油的泄漏问题也成为了行业的诟病。因为液压管路和密封件更新，提高了设备后期的维护成本。其次，框架式结构占地空间比较大，在硫化机本身就高热高湿的工作环境，

维修空间显得尤为重要。但是框架式的稳定性带来的优势很明显就是机械故障少。在劳动力日益紧缺的今天，框架式后充气装置也渐渐被广泛应用。

2 新型轮胎硫化后处理装置

轮胎后充气处理的每一个环节与轮胎硫化生产线关系紧密。自动化程度较高，一般轮胎即将结束时，后充气装置就必须腾出至少一个空缺的位置给新轮胎进行冷却处理。轮胎充气的压力和时间决定了轮胎的冷却定型效果。按照轮胎后充气处理工艺要求，轮胎充气压力一般设定为 2~2.5 bar 范围，轮胎的充气周期大概为 1.5 个硫化周期。基于工艺要求，开发一款功能完善同时具备轻量化，智能高效的轮胎后充气处理装置，这个目标一直伴随行业工程师多年的努力工作。

2.1 新型轮胎硫化后充气处理装置特点

后充气具有左右独立，上下相对固定布置两个工位。每个工位上下轮辋竖直方向能够相对运动，适应轮辋间距 40~350 mm；涵盖市面上 90% 以上的 PCR 轮胎使用。与硫化机布局合理，方便维修。如图 3 所示。

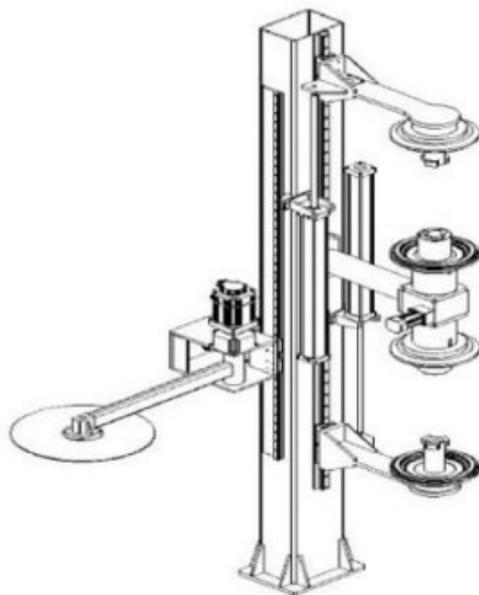


图 3 新型轮胎后充气处理装置

该装置主要包含主机立柱，主机立柱上有竖直布置的上下两个充气工位。其中，活动轮辋分居立柱的上下两端，固定轮辋位于活动轮辋中间。活动轮辋依靠气缸作用，沿直线导轨实现上下运动。主机立柱上同时设置有抓取轮胎的机械手。该机械手往返于轮胎硫化机、后充气装置、硫化机输送线滚道之间。可以

按照 PLC 发出的指令高效的实现各种设定功能。

2.2 自动上下工位自动同步调节特点

由于轮胎的尺寸不同，后充气装置的上下轮辋间距需要实时调整。传统结构有机械式半自动调节间距和液压式自动调节间距两种方式。机械式结构调节需要人工配合。每次手动驱动调节螺纹，然后通过测量工具再次现场确认调节尺寸，耗时很长，调节尺寸也难以保证一致性。德国 HF 发明的框架式后充气装置采用油缸驱动活动轮辋，只要 PLC 控制好液压阀的开闭节点就可以实现控制液压油缸的启停。唯一的缺点是液压油长时间使用会出现乳化和变质，容易造成活塞杆定位偏差大。因此我们开发的新型后充气装置集结了原有设备的优势，结合实际使用情况做出创新，开发了上下工位同步自动调节间距结构如图 4 所示。



图 4 新型后充气装置调模结构

该结构使用了伺服电机驱动蜗杆带动蜗轮正反转，蜗轮的中心穿插一根螺杆，螺杆两头的螺纹旋向采用反向加工。当电机转动时螺杆正好驱动固定端的螺母前进，反之后退。螺杆强度足够，能够抵抗 40 t 拉应力。如下表 1 所示。

表 1 调模螺杆设计计算参数表

主要参数	数值	单位
公称直径	D	56 mm
螺距	P	6.5 mm
导程	S	6.5 mm
摩擦系数	f	0.1
载荷	F	400 000 N
牙型半角	α	1.5 度
中径	d	51.125 mm
导程角	γ	2.317 479 323 度
当量摩擦角	ρ	5.712 537 741 度
驱动力	$T=F$	144 249.308 7 N·mm

表中， $\gamma < \rho$ ，所以满足结构强度的同时，螺纹具

有自锁功能。

2.3 轮胎自动装载机械手特点

装卸轮胎的机械手主要功能是在硫化机与后充气之间进行轮胎位置转移。机械手按照 PLC 发出的指令，从轮胎硫化机内抓取轮胎，然后将轮胎自动装载在后充气工位。充气结束后。机械手将轮胎从充后气装置上搬到轮胎主机的输送线辊道上。机械手根据配方要求也能够自动把硫化后的轮胎直接搬运到主机的输送线辊道上。机械手竖直方向升降采用伺服电机驱动齿轮齿条结构运动，同时采用直线导轨导向，运行速率平稳，响应频率快速。轮胎抓取的机械手往返于后充气装置和轮胎机之间的频率最高。每次抓取轮胎，机械手转动一次动作最大耗时仅 2 s。如表 2 所示。

表 2 机械手水平运动伺服驱动系统参数表

主要参数	符号	数值	单位
电机功率	p	2.9	kW
电机而定转速	n	1 000	rpm
定位角度	$\theta=$	90	°
定位时间	$t=$	1	s
加减速时间比	$A=$	0.1	
减速机减速比	$i=$	100	
机械手转臂度	L_1	200	mm
负载重量	M	100	kg
电机输出转速	N_m	1.85	rpm
负载全惯量	J_1	88.095	kgm ²
电机必须转矩	$t=$	2.05	N·m
安全系数		2	
电机惯量	J_m	0.003 4	kgm ²

经计算惯量比 $J_1/(i_2J_m)=2.56$ 。满足使用条件。机械手可与后充气装置高度融合，又与硫化机主机紧密联动，相比其他结构节能提高 20% 以上。

2.4 新型轮胎后处理装置参数与配置

后充气装置设备参数如表 3 所示。

表 3 后充气装置设备参数表

主要项目	参数
适应轮胎外径 / "	18~35
适应轮辋直径 / "	14~20
适应轮辋宽度 / "	5~15
轮胎充气压力 /bar	2~5
PCI 结构型式	竖直方向 2 工位叠加
机械手降	电动驱动
机械手转入转出驱动方式	电动驱动
抓片张开闭合驱动方式 / "	自适应驱动 (14~24)
机械手单个循环动作时间 /s	≤ 7
机械手出入硫化机时间 /s	≤ 2.5
上下轮辋同心度 /mm	Φ0.2
上下轮辋平行度 /mm	0.2
抓器与中心机构同心度 /mm	Φ0.35
抓器与轮辋同心度 /mm	Φ0.3
抓器与轮辋同心度重复精度 /mm	0.4
空气压力 /bar	4.5~6
控制电源	380 V\220 V,50 Hz 或 24 DC

3 新型轮胎硫化后充气处理装置操作与应用

轮胎后充气处理装置作为轮胎定型硫化机的重要组成部分。评价新型轮胎硫化后充气处理装置功能的重要指标是结构具有稳定性，自动化程度高，整机的布局以及与其他辅助设备的联动高效。

3.1 新型轮胎后充气处理装置与硫化机布局

新型后充气处理装置安装在轮胎定型硫化机主机左右两侧。布局紧凑，如图 5 所示：

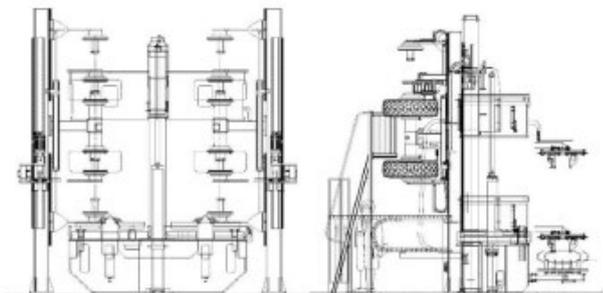


图 5 后充气装置与硫化机布局

后充气装置左右两工位相互独立运行，增加了硫化机后方的热工管道的安装空间。合理的管道布局不仅可以管道后期的维护，而且有利于流体保温和节约管道材料。

3.2 新型轮胎后充气处理装置操作介绍

运用智能化的操作系统是当前电气装备的趋势。工作时，由 PLC 控制后充气装置自动运行，无需人工干预。维修或者紧急情况时允许人工介入操作。在主机控制面板上设置有紧急情况独立操作切换按钮。后充气装置自动化运行，针对轮胎规格变化，参数管理。其配方管理操作在 HMI 触屏屏上操作即可，界面如图 6 所示：

轮胎的参数信息随工厂 MES 信息系统与主机实时通讯，自动导入；也可以人工手动输入参数信息选择配方录入和调用已存储的早期配方。硫化主机控制系统读取信息后，后充气装置自动启动充气准备状态：机械手处于准备位，机械手抓片收缩到最小尺寸，固定轮辋调节机构自动调节到设定位置，活动轮辋远离固定轮辋至安全高度。

装载轮胎过程：硫化工艺程序结束 PLC 发出指



图 6 后充气装置参数画面

令—机械手进入硫化机—机械手抓片张开—机械手抓取轮胎离开硫化机—机械手将轮胎放置在后充气上—机械手离开后充气装置工位—后充气装置活动轮辋和固定轮辋将轮胎上下止口密封—轮胎充气冷却定型—充气—充气结束。

卸载轮胎过程：硫化工艺程序进行到抽真空阶段 PLC 发出指令—充气轮胎放气结束充气—活动轮辋与轮胎密封止口脱离到达安全高度—机械手进入后充气装置工作位—机械手抓片张开抓取轮胎—机械手和轮胎离开后充气到达主机输送线辊道。

3.3 新型轮胎后充气处理装置应用与分析

本轮胎后充气处理装置的机械手水平旋转和竖直升降采用了应用了伺服电机驱动，和传统结构的气缸和油缸驱动方式比较，速度更快。轮辋间距调节精度更高，一致性更好。这些特点都有利于轮胎品质的提升以及降低设备的维护成本。

4 结束语

我们作为轮胎制造大国，当前所使用的轮胎制造装备几乎都脱离不了国外进口品牌的影子。凭借着自主创新和研发能力，我们长期服务于国内外知名轮胎企业，并积累了丰富的经验。新型硫化后充气处理装置解决了现有结构的缺陷，其优势也很明显。适用于未来轮胎硫化机制造，具有一定的先进性。特别适用于需要加装后充气的轮胎硫化机改造，具有改造工程难度小，使用效果很好的特点，具有很大的市场应用前景。

Post-inflation treatment device for tire vulcanization

Deng Haishan

(Shanghai Wood-based Panel Machinery Co. LTD., Shanghai 201800, China)

Abstract: The main function of the tire vulcanization post-inflation treatment device is to cool and shape new tires that have just undergone the vulcanization process and to test their pressure resistance and sealing properties. In the tire post-inflation treatment process, a certain amount of high-pressure gas is filled into the tires that have just undergone the vulcanization process and maintained for a period of time. This allows the new tires to obtain a stable shape and stable steel ring flange dimensions. This process saves the excessive consumption of fossil fuels in tire vulcanization and also improves the working efficiency of the tire curing press. The tire steel ring that has undergone the post-treatment process has a stable positioning size, which is conducive to the subsequent automatic assembly of tires and rims.

Key words: tire; post-treatment device; efficiency improvement; automatic assembly

(R-03)



意大利 Ecopol : 推出 PVA 覆膜的食品级纸包装

Ecopol, Italy: Launches food-grade paper packaging with PVA coating

近日,意大利 Ecopol 公司与意大利 RDM 集团联合开发了一种新型阻隔包装解决方案,即以再生纸板为基底,覆上一层由 Ecopol 提供的聚乙烯醇 (PVOH) 薄膜。这种聚乙烯醇是一种透明、可生物降解且溶于水的聚合物。

该包装虽可进入常规纸张回收流程,但由于阻隔层的存在,适用于食品及易受香气影响产品的包装。聚乙烯醇薄膜可通过优化处理,具备耐氧气、耐油脂、耐潮湿及耐矿物油的性能。

PVA 和 PVOH 是同一种高分子材料。PVA(聚乙烯醇)是一种水溶性高分子聚合物,而 PVOH(聚乙烯醇缩醛类树脂)是 PVA 的改性产品,两者化学结构相似,主要区别在于 PVOH 通过特殊工艺增强了材料的热塑性和加工性能。在实际应用中,PVOH 常以涂覆形式用于包装领域,而 PVA 更多用于水溶性和环保包装材料。

两家合作企业表示:“将再生纸板用于食品包装一直是项挑战,因为它可能被加工设备中使用的食品级矿物油污染,这种新型聚乙烯醇薄膜阻隔纸板解决了这一问题,在常规纤维回收流程中可达到 A 级可回收标准。”

RDM 集团与 Ecopol 目前正在寻找有意向开发基于该解决方案的新型包装的品牌方和加工商,并邀请潜在合作伙伴加入现有项目。

Ecopol 公司总部位于皮斯托亚省的基耶西纳乌扎内塞,是欧洲主要的挤出型聚乙烯醇 (PVA) 薄膜生产商,其产品用于单剂量洗涤剂、农业及水处理用化学品的包装。自 2023 年 9 月起,该公司由私募股权公司 SK 资本合作伙伴控股。Ecopol 拥有 3 座工厂(其中 2 座在意大利,1 座在美国),员工逾 130 人,年营业额约 4 500 万欧元。SK 资本投资 PVA 薄膜公司 Ecopol。

RDM 集团,中文译名芬琴集团,成立于 1979 年,总部位于意大利,主营业务涵盖时尚、零售和房地产开发,旗下项目包括欧洲最大奥特莱斯购物中心 Serravalle,以及在中国佛罗伦萨小镇名品奥特莱斯。目前,佛罗伦萨小镇已在中国拥有 7 家名品奥特莱斯,分别坐落于香港,天津,上海,广州,武汉,成都和重庆。

摘编自“生物塑料研究院”

(R-03)

