

一种大型工程轮胎多工位后充气装置的设计

周培林, 陈赓

(桂林橡胶机械有限公司, 广西 桂林 541002)

摘要: 本文提出一种用于大型工程轮胎硫化后定型冷却的卧式多工位后充气装置, 通过创新性采用无闭锁杆、可移动卡位结构, 实现多级宽度调节, 显著提升设备适用性与生产效率。该装置以卧式布局为核心, 集成可移动梁、气动卡位装置及调节油缸, 实现同时充气多条轮胎、降低厂房占用面积、适配多种轮胎规格的目标。某轮胎公司实测表明: 相较于传统立式单工位设备, 若单次充气工位数量提升达 4 条, 则能使生产效率提升 183%。本设计为大型工程轮胎后充气工艺提供了高效、灵活的解决方案。

关键词: 硫化机; 后充气装置; 卧式多工位; 双导杆卡位; 宽度多级可调; 工程轮胎

中图分类号: TQ330.4

文章编号: 1009-797X(2026)03-0066-04

文献标识码: B

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2026.03.014

1 技术背景

大型工程轮胎(如矿用卡车、工程装载机轮胎)具有外形尺寸大、平均厚度大且各处厚度均匀差异大的特点。在硫化后冷却过程中, 内部热量释放速度不一致, 易发生热应力分布不均, 而橡胶的热膨胀系数较大, 就会导致轮胎冷却过程中产生较大变形。这种形状的变化与设计要求差异较大, 导致使用时安装困难, 甚至在运行过程中隐藏安全隐患。

后充气装置是对硫化后的轮胎在冷却过程中进行充气定型冷却, 可以很好消除轮胎热应力, 保证轮胎不变形的情况下冷却到常温。其工艺是向轮胎内充入压缩气体(通常 0.3~0.8 MPa), 使胎体在冷却阶段保持设计轮廓, 是保障轮胎最终质量的关键环节。

1.1 传统后充气设备存在的显著局限

大型工程轮胎硫化机本身设备庞大, 如果再在一台硫化机后面配上一台后充气装置, 一则占地面积更大, 是不能适应现代厂房布局要求的; 二则一台硫化机配一台后充气装置, 设备使用效率低, 造成投资浪费。所以, 大型工程轮胎在硫化后, 充气冷却工艺一般是单独集中进行的, 可以使生产更加高效地进行。

传统的大型工程轮胎后充气设备最先采用单工位立式结构(图 1)。这种结构在使用过程中发现一些不足: 每次只能充气一条胎, 工作效率低。设备占地面积大, 对厂房高度也有要求, 浪费厂房资源。轮胎充

气时是平置方式, 给装卸或搬运带来困难, 增加操作者工作强度。还有, 这种设计适用充气轮胎宽度范围小等缺陷, 容易造成设备闲置。

因此, 便设计了一种多工位后充气装置, 如图 2 所示。这种设计比较图 1 的设计, 实现了多工位, 可同时充气冷却几条轮胎, 提高了生产效率。其二, 这种卧式结构可明显地减少厂房面积的占用。其三, 轮胎充气时, 采用立式姿势, 在充气装卸作业时, 可对轮胎进行滚动移动, 减少搬运难度。

这种设计的进步是明显的, 但还是在实际使用过程中, 发现有其不足的方面。请注意, 这种后充气装置是带闭锁杆装置的。轮胎在充气冷却时, 两侧卡盘之间会产生一个向外的推力, 闭锁杆作用是用来抵消这种向外的推力的。因闭锁杆长度是固定的, 充气工作时, 两侧卡盘的距离也是固定的。这就使得对不同宽度轮胎进行充气冷却时, 使得其适配轮胎宽度范围有限, 这样的结构无法适应轮胎宽度的变化。其次, 操作时需要人工进行闭锁动作, 工作程序复制, 劳动强度大。其三, 由人工来完成闭锁动作, 当闭锁不到位时, 会带来安全隐患。最后, 这种结构在轮胎充气装卸时, 每次操作后卡盘对中精度难以保证。

作者简介: 周培林(2000.4-), 男, 本科, 助理工程师, 技术员, 主要从事轮胎硫化机机械设计方面的工作。

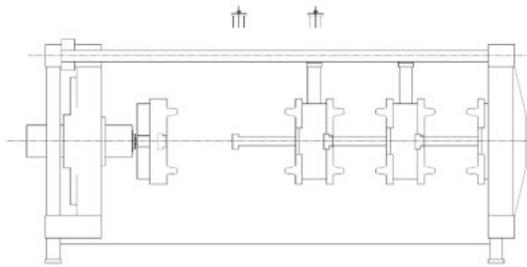


图1 单工位立式结构后充气装置

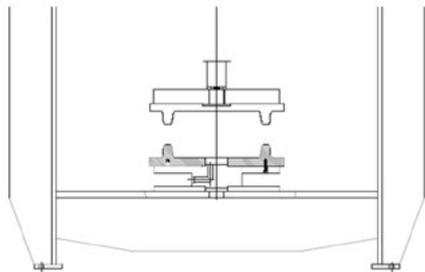


图2 闭锁杆式多工位后充气装置

1.2 对更加高效的后充气装置的设计需求

据统计, 规模较大的大型工程轮胎制造企业, 会因为单工位结构的后充气装置的效率不足, 而导致产能损失占日均产能 13.7%。且因依赖刚性闭锁杆进行限位的多工位后充气装置的规格适配性差, 造成设备闲置率达 28.6%。因此, 开发高效的、柔性化的后充气装置对提升轮胎制造竞争力具有迫切需求。

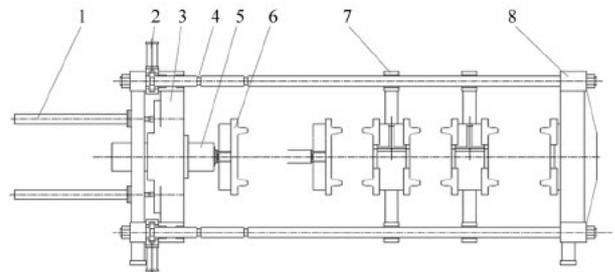
2 一种卧式多工位后充气装置的设计

在充分了解现有的轮胎硫化机后充气装置的结构优缺点后, 基于大型工程轮胎制造商的实际需求, 本文带给读者一种新型大型工程轮胎的后充气装置的设计。其特点是, 这种后充气装置设计具有多工位、宽度多级可调、无闭锁杆、带双导杆卡位的卧式设备。

2.1 结构设计介绍

本装置采用卧式多工位布局, 保留了图 2 结构的后充气装置的所有优点。同时, 本设计取消了闭锁杆, 这样在充气工作时, 两侧卡盘之间的距离就任意可变了, 对轮胎宽度的适配性问题也就消除了。还有, 本设计在可移动卡盘两侧设置了双导向杆, 可以保证在装卸轮胎时, 无论重复操作多少次, 依然保持很高的卡盘间对中精度。最后, 我们还在两侧导杆上设置的凹槽卡位的方式, 可以实现总宽度多级可调的功能, 更加扩大了一台设备对不同规格轮胎的适配性, 可以显著提高设备利用率。

本装置具体结构如图 3 所示, 以下是对这种设计的结构和各部件的介绍:



1— 调位油缸; 2— 气动卡位装置; 3— 卡位梁; 4— 双导杆系统;
5— 止退油缸; 6— 充气卡盘; 7— 可移动梁; 8— 机架

图3 宽度多级可调无闭锁杆带双导杆卡位的卧式多工位后充气装置

调位油缸 (1): 其数量有两个, 呈轴对称安装在左固定梁上。调位油缸作用是推动卡位梁 (3) 沿导杆往返移动。调位油缸的行程较大, 可以保证卡位梁在不同长度工位上的移动。调位油缸不承受工作的主负载, 只负责带动卡位梁的换位运动, 所需推力不大, 因而油缸直径较小。保证两个调位油缸安装后的平行度很重要, 如果油缸安装不平行, 活塞杆伸缩运动, 会对油封磨损加重。

气动卡位装置 (2) 有两个, 安装在上卡位梁上, 可跟随卡位梁沿导杆进行往返运动。它的详细结构是: 一个小气缸带动一个卡位环, 卡位环可以抱住双导杆系统 (4) 中的定位凹槽, 从而锁定卡位梁的位置。卡位环是由两个半环块构成, 工作中, 半环块运动必须灵活可靠, 这是一个安全的重要保障。

卡位梁在设备上由双导杆系统定位, 并且可以在双导杆系统上往返运动。滑动运动副上采用无油润滑轴承, 可减少运动阻力, 同时可以免除使用过程中的润滑工作。卡位梁在充气过程中, 由气动卡位装置锁定定位凹槽, 保持工作时位置固定。

双导杆系统: 是上下平行布置的两根带卡位槽的破索钢导杆, 导杆两端有配合公差与机架上的左右固定梁定位, 然后用螺母锁紧固定。导杆的长度按最大工位数的最大轮胎宽度设计。

止退油缸 (5): 固定在卡位梁的中心位置。该油缸的缸径较大, 需要在轮胎充气冷却工作时, 平衡压缩空气所产生的卡盘间的轴向推力。同时, 在油缸的行程范围内, 可对不同规格的轮胎的总宽度进行调整, 增加设备的适配性。

充气卡盘 (6): 轮胎在充气冷却时, 充气卡盘作

用是封闭轮胎内腔压缩空气,同时对轮胎进行定位。一条轮胎需要左右两个卡盘固定,因此卡盘是成对设置的。卡盘分别固定在卡位梁、可移动梁(7)、机架的右固定梁上。对于不同止口的充气轮胎,就需要更换相适应的卡盘。

可移动梁:由双导杆系统定位,并通过滚动直线轴套与双导杆系统接触,可以在双导杆系统上往返运动。由于采用了滚动直线轴套,所以运动阻力小,操作员可轻松移动。

机架(8):由左右两个固定梁、和双导杆系统组成,其功能是作为设备的基础,承载整体结构。右端固定梁上的中心位置,可安装一个充气卡盘。右端固定梁需要承受设备的主封闭力系,由于有刚性要求,因而比较厚实。

因为大型工程轮胎的内腔容积大,充入气体体积也大。为了保证有较快的充气速度,充气气管的口径要尽量选大一些。如果充气速度慢,会影响卡盘止口对气体的密封。

再介绍一下设备在充气过程中,主负载是怎样在设备的各部件中形成封闭力系的。封闭力系这个问题很重要,封闭力系的形成,是机械设计考虑的关键因素。没有形成封闭力系,说明设备主负载不能平衡。封闭力系的大小,也是设备各部件力学计算的依据。

每个轮胎在充气冷却时,充入的压缩空气,会对轮胎和左右卡盘形成一个往外的推力。对轮胎的推力,由轮胎的左右胎侧和环型胎冠进行平衡抵消。对卡盘的推力,位于可移动梁的卡盘可以左右抵消。最终,只有最左和最右的卡盘产生轴向往外的推力,这个推力就是设备的主负载。最左卡盘由止退油缸无杆腔的油压平衡,就相当于对卡位梁产生一个推力。油缸无杆腔的油压压力大小在液压站阀组上可调,可适应不同的推力。最右端卡盘,会对右固定梁产生一个推力。两个固定梁再由导杆拉住。这样,主负载在止退油缸、卡位梁、可移动梁、导向杆,机架左右固定梁之间形成了一个封闭力系。

以上,只介绍了设备的主体功能,有关液压系统、充气管路系统、电气控制系统、安全装置可根据用户需求而定,这里不再详述。

2.2 设备的操作流程

装胎动作:首先,根据需要充气的轮胎总宽度,计算出卡位梁应该卡在哪个凹槽上,将卡位梁位置固定。接下来是安装充气轮胎,轮胎可直立滚动进入后

充气装置。装胎顺序为从右至左,一个一个地将轮胎的钢圈止口卡在卡盘上。最后,止退油缸活塞杆伸出,将最左侧的卡盘卡入轮胎止口。

所以轮胎安装完毕后,要确认一次卡盘是否准确卡入轮胎。

确认一下止退油缸的无杆腔油压值是否准确,确认一下充气气源压力是否足够。

接下来是充气,充气要力求快速。

充气结束后,给轮胎卸压。确认充气轮胎内腔压力回零后,才能进行卸胎,否则,会产生安全事故。

卸胎顺序与装胎顺序刚好相反,从左至右依次将轮胎卸下。

操作过程中,利用止退油缸的行程对轮胎总宽度进行调整:卡位梁位置固定后,当止退油缸活塞杆回缩到底时,这个时候的卡盘间总宽度,要大于充气轮胎总宽度。这是因为要保证轮胎安装时的操作宽度空间。当止退油缸活塞杆伸出到头时,这个时候的卡盘间总宽度,要小于充气轮胎总宽度。这是因为要保证轮胎安装后,要给轮胎宽度方向稍微有一个压缩量,保证卡盘有效密封。

上述提到的操作空间量和轮胎充气前的压缩量,再加上一个轮胎总宽度变化范围,就是止退油缸行程的设计依据。

当生产需要更换轮胎规格,充气轮胎总宽度变化较大时,就要更换卡位槽来固定卡位梁了。可按照下述步骤进行:

- (1) 松开气动卡位抱锁装置。
- (2) 计算止退油缸伸缩补偿累计宽度,确定新的卡位槽。
- (3) 调位油缸推动卡位梁至新位置。
- (4) 气动装置重新锁紧导杆卡槽。

2.3 创新点和技术参数

本设计主要适用大型工程轮胎和巨型轮胎的硫化后充气冷却。创新设计体现在主要在以下几个方面:

无闭锁杆双导杆卡位:取消传统闭锁杆,利用双导杆系统上的卡位槽与气动卡位装置配合,实现梁体位置多级互换。

多级宽度调节机制:通过调位油缸驱动卡位梁运动,改变卡位槽位置,实现粗调工位间距。然后,结合止退油缸的行程范围,对充气卡盘间的宽度进行微调,从而实现多级宽度可调。

同轴度保障:双导杆平行度误差 ≤ 0.05 mm/m,

确保各卡盘同轴度 ≤ 0.1 mm。

根据客户需求，可推出不同型号的装置。可适应如下技术参数：

- 充气工位数：2~6个；
- 轮胎钢圈尺寸：3"~63"；
- 最大轮胎外径：4 200 mm；
- 最大充气压力：1.2 MPa。

可以预期，这种设计投入实际生产后，新型的后充气装置将在以下几个方面会得到优化：首先，相比于单工位立式结构后充气装置，新型的后充气装置对厂房高度要求降低，同时减小占地面积，提高厂房利用率。新型的后充气装置可同时充气多条轮胎，从而工作效率提高。其次，本设计采用卧式的后充气的结构，降低轮胎装卸过程中移动轮胎的工作强度。再次，本设计放弃闭锁杆结构，采用多级调节方式，适用充气轮胎宽度范围大，可以提供设备利用率。同时采用的导向杆结构可保证卡盘同轴度，保证轮胎质量。最后，该设计取消闭锁杆可以简化操作。

这是一种全新的设计，此设计已向国家知识产权局申请专利，并获得受理。

3 结束语

本文设计的卧式多工位后充气装置，通过取消闭锁杆、利用双导杆的导向和卡位与多油缸调节系统，成功解决了大型轮胎后充气工艺中的效率瓶颈与规格适配难题，其核心价值在于：

- (1) 突破闭锁杆的宽度限制，实现多级连续可调。
 - (2) 卧式布局降低厂房占用的高度空间，适配现代化紧凑生产线。
 - (3) 双导杆刚性约束保障充气同轴度，提升轮胎合格率。
 - (4) 模块化设计支持工位数量扩展。
 - (5) 设备的适配性改善，可以提供设备利用率。
- 这种创新设计在保证实用性的同时，实现了显著提升生产效率的效果，具有很好的工程应用价值。

Design of a multi-station rear inflation device for a large engineering tire

Zhou Peilin, Chen Geng

(Guilin Rubber Machinery Co. LTD., Guilin 541002, Guangxi, China)

Abstract: This paper presents a kind of horizontal multi-station post-inflation device for the cooling and shaping of large engineering tires after vulcanization. The device innovatively adopts a movable clamping structure without a locking rod, enabling multi-level width adjustment, significantly enhancing the applicability of the equipment and improving production efficiency. With a horizontal layout as its core, the device integrates a movable beam, pneumatic clamping device, and adjusting cylinder, achieving the goals of simultaneously inflating multiple tires, reducing the occupied area of the factory, and adapting to various tire specifications. The actual test results from a tire company show that compared to traditional vertical single-station equipment, if the number of single inflation stations is increased to 4, production efficiency can be increased by 183%. This design provides an efficient and flexible solution for the post-inflation process of large engineering tires.

Key words: curing press; post-inflation device; horizontal multi-station; dual guide rod clamping; multi-level adjustable width; engineering tire

(R-03)

