

一种轮胎成型机胎面称重装置

陈洪鹏

(天津赛象科技股份有限公司, 天津 300384)

摘要：本文针对轮胎成型机胎面供料段缺乏有效称重手段，导致重量数据缺失、影响轮胎质量追溯的问题，设计了一种集成于输送辊床内的下沉式称重装置。该装置通过光电传感器检测胎面到位，由导向气缸驱动称重托盘及L形托杆升降，采用差值称重法精确测量胎面净重。该结构紧凑、兼容性强，既适用于新机型设计，也可用于旧设备改造，为提升轮胎产品质量管控提供了有效解决方案。

关键词：轮胎成型机；胎面供料；称重装置；质量追溯；下沉式设计

引用论文：陈洪鹏. 一种轮胎成型机胎面称重装置[J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(8):17-19.

中图分类号：TQ330.4

文章编号：1009-797X(2026)08-0017-20

文献标识码：B

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2026.08.004

0 前言

随着科技和经济发展，轮胎行业竞争日趋激烈，市场对于轮胎质量的要求越来越高^[1-2]。胎胚成型是轮胎生产过程中至关重要的环节，该工序的作用是对轮胎的半成品部件进行组装成型，成型设备的质量在很大程度上影响着轮胎的最终质量^[3]。胎面与路面直接接触，在接地区产生水平作用力，给汽车提供驱动、制动和转向等操控功能^[4]。胎面的重量偏差是影响轮胎动平衡和均匀性的关键因素之一。在高端轮胎制造领域，对每一条胎面进行精确称重并实现全生命周期的数据追溯，已成为质量控制体系中的重要环节。

目前，国内外大多数轮胎成型机在胎面供料工位尚未实现集成化的在线称重功能。现有生产方式中，部分企业采用离线静态秤或人工定期抽检的方式对胎面进行重量检测。这种方法不仅效率低下、增加人工成本，更关键的是所获数据无法与具体轮胎的身份信息实现绑定，导致生产过程中的质量数据追溯性差，难以实现全生命周期管理。少数已尝试实现在线称重的方案，通常简单地将称重传感器安装在输送带或辊筒机构的下方支撑结构中。这种结构导致传感器在称重过程中需额外承载输送带、驱动辊筒、支架等大量非胎面部件的静态重量，且极易受到输送机运行过程中产生的振动、电机驱动波动以及带与辊之间摩擦力的动态干扰。这些因素显著降低了系统的测量精度，导致误差偏大，长期稳定性较差，无法满足高精度生产工艺的要求。

为解决上述问题，本文设计并开发了一种基于下沉式独立升降结构的高精度胎面在线称重装置。该装置的核心创新在于通过机械结构创新，将称重单元与物料输送单元彻底解耦。具体而言，该系统通过高精度气缸驱动一个可升降的称重台，仅在需要执行称重操作时由下至上托起胎面，使其与输送带分离，并在称重完成后下降复位，将胎面重新放置在输送线上。该设计最大限度地排除了输送机构本身重量及运行中带来的振动、摩擦等外界干扰因素，使传感器仅感知胎面本身的净重，从而显著提升了称重测量的准确性、重复性与长期运行可靠性。

1 整体布局与设计思路

本称重系统采用高度集成化的设计理念，将其直接嵌入轮胎成型机的胎面供料段输送辊床的中部位置，在不改变原有设备布局的前提下，实现了真正意义上的在线动态称重功能。系统在整体布局上充分考虑了轮胎生产工艺对连续性与生产节拍的严格要求，通过优化机械与控制系统配合，最大限度地减少对原有物料输送过程的干扰，确保生产流程的顺畅与高效。

在非工作状态下，整套称重机构的所有组件均完全隐藏于输送平面之下，避开了胎面的正常输送路径，从而确保胎面可无阻碍、无干涉地平稳通过该工位，

作者简介：陈洪鹏(1988-)，男，学士，中级工程师，主要从事橡胶机械设计工作。

有效保障了生产的连续性与整体效率。系统主体由可升降称重台、高精度称重传感器、导向气缸、光电检测单元及 PLC 控制系统组成,并通过工业总线与生产线主控系统实现实时通信。一旦 PLC 接收到来自上位机的称重指令,或由光电传感器检测到胎面输送至称重工位的触发信号,导向气缸立即响应,驱动称重台平稳垂直上升,将位于辊筒上的胎面整体托举,使其完全脱离输送辊筒。在此状态下,胎面处于独立且稳定的悬浮称重位置,所有外部机械干扰被彻底隔绝。系统为该阶段提供静态、无扰的称重环境,使高精度台秤能够准确、可靠地采集胎面净重数据,极大提升了测量的准确性与重复性。

该设计不仅有效解决了轮胎成型过程中胎面工段长期缺乏可靠在线称重手段的难题,更凭借其独特的“下沉式”结构,显著降低了对纵向安装空间的需求,体现出高度集约化和模块化的设计特点。此外,该系统为标准轮胎成型机的智能化升级提供了完整、可扩展的解决方案,为后续实现全自动质量追溯、工艺参数自适应调整等高级功能奠定了坚实基础。

2 机械结构组成

该胎面称重装置主要由以下核心部件构成:固定支架、导向气缸、托盘、台秤、升降支架、L 形托杆、光电传感器,如图 1 所示。各部件功能明确,衔接紧密,共同保障了称重过程的精准与可靠。

固定支架作为整个装置的安装基座,其下方通过高强度螺栓与输送辊床架体侧面实现刚性连接,确保了整个称重系统在动态生产环境中的结构稳定性。固定支架的上方两侧各安装有一个导向气缸。该气缸选用带内置导向杆的结构形式,不仅能提供充足的提升力,更能有效抵抗偏载力矩,保证升降过程平稳、无晃动,避免侧向冲击对秤体的影响。

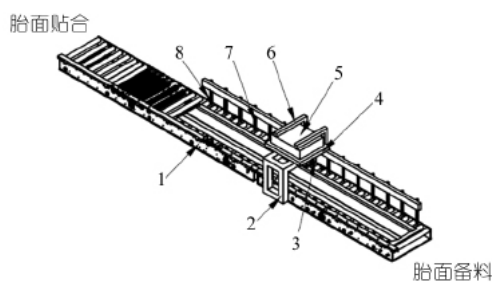
导向气缸的活塞杆杆端通过法兰与托盘连接。托盘作为承上启下的关键部件,既需承受上部的所有重量,又需为称重元件提供稳定的安装平台。台秤放置于托盘之上,其支腿部分与托盘通过螺栓紧固连接,称重台面与升降支架的底座固定连接。从而确保了称重时所有施加于胎面的力都能被准确传递到台秤传感器。

升降支架顶部横梁上沿输送方向均匀安装有多个 L 形托杆。这些托杆表面经过耐磨防粘处理,既能保证与胎面的接触面积以减小压强,避免胎面变形,又

能在下降复位时顺利与胎面分离。所有 L 形托杆的上表面需保证共面,确保其在托举胎面时受力均匀。

在输送辊床称重工位附近,安装有一个光电传感器,用于检测胎面输送到位情况。

整个系统中,托盘、台秤、升降支架、L 形托杆共同构成一个完整的升降称重单元,由两个导向气缸同步驱动,实现一体式升降。导向气缸在缩回状态下,所有 L 形托杆的上表面略低于输送辊床上表面。而当气缸伸出至行程终点时,L 形托杆将抬升至略高于辊筒表面的高度,从而将胎面完全托离辊筒,为有效称重创造条件。



1—输送辊床;2—固定支架;3—导向气缸;4—托盘;5—台秤;
6—升降支架;7—L形托杆;8—光电传感器

图 1 胎面称重装置整体布局

3 工作原理与工作过程

该系统的工作过程是一个有序的、自动化的循环,可划分为四个连贯阶段,由 PLC 程序进行集中控制。

待机与输送阶段:系统初始化后,导向气缸处于缩回状态,如图 2 所示。此时,所有 L 形托杆的上表面略低于输送辊床上表面,形成一个无阻碍的输送通道。胎面在驱动电机的带动下,在辊床上匀速向前输送,顺畅地通过称重工位,整个流程不受任何影响。在此阶段,控制系统会实时读取并记录台秤的示数,此重量值 W_1 被系统自动标定为“皮重”,即托盘、升降支架、L 形托杆等所有升降部件的总重量。此举是为后续实现“差值称重法”进行自动清零与补偿,是保证测量精度的基本前提。



图 2 胎面称重装置导向气缸缩回状态

触发与托举阶段:当胎面沿输送方向运行,其前端到达光电传感器的检测区域时,传感器立即检测

到物体并产生一个开关量信号，该信号被 PLC 采集。PLC 接收到此信号后，首先发出指令控制输送辊床的驱动电机停止转动，确保胎面准确停止在预定称重位置。随后，PLC 控制两个导向气缸同步动作，推动整个称重单元（托盘、台秤、升降支架、L 形托杆）整体垂直上升。L 形托杆首先平稳接触胎面底部，随后在气缸的持续推动下，克服胎面重量，将其从辊筒上平稳托起，导向气缸完全伸出，如图 3 所示。



图 3 胎面称重装置导向气缸伸出状态

称重与记录阶段：当导向气缸完全伸出并保持稳定后，胎面被完全悬空托举，与输送系统彻底脱离接触，处于一个静止、稳定的状态。待台秤读数完全稳定后，采集此时的重量示数 W_2 。 W_2 是“皮重”(W_1)与“胎面净重”之和。控制系统内置的算法自动执行计算：胎面净重 = $W_2 - W_1$ ，从而得到剔除皮重后的胎面真实重量。该数据连同时间、生产批次等信息被保存至本地数据库，并上传至上层生产执行系统 (MES)，与该条胎面即将构建的轮胎信息进行绑定，为全过程质量追溯奠定坚实的数据基础。

下降与复位阶段：重量数据记录完成后，PLC 发出指令，控制导向气缸缩回，带动整个称重托举系统平稳下降。L 形托杆随之下降，与胎面底部逐渐分离，最终将胎面重新放置于已停止转动的输送辊床上。一旦系统检测到称重单元已完全下降至初始隐藏位置，PLC 便再次启动输送辊床的驱动电机，将已完成称重的胎面输送至下一工位进行后续的贴合操作。系统随即复位，并自动进入下一个待机与输送阶段，等待下一条胎面的到来，如此循环往复。

4 优势分析

该下沉式胎面称重系统，相较于传统离线抽检或其它在线称重方案，具有以下几项显著优势：

高精度测量：由于称重时胎面与输送系统完全隔离，台秤仅承受“皮重”与胎面重量，有效避免了摩擦、振动、电机干扰等因素。结合“差值称重法”对皮重的自动补偿，系统能够获得稳定、可靠的胎面净重数据，完全满足高品质轮胎制造对工艺参数严格管控的数据要求。

数据可追溯性：该系统实现了对生产线上每一条胎面的 100% 全检，彻底改变了以往只能依靠人工离线、抽检的落后模式。获取的重量数据不再是孤立的信息，而是通过网络自动关联并集成到制造执行系统 (MES) 中，成为每一条轮胎全生命周期质量档案中的关键一环。这不仅极大便利了后续出现质量问题时进行快速、精确的原因追溯，更能为工艺部门分析重量波动、优化材料配方、提升产品均匀性提供有效的数据支撑。

较好的兼容性：装置的“下沉式”设计使其对安装空间要求很低。它既可作为一项标准功能模块，被无缝集成到全新设计的轮胎成型机中，也能以最小的改动量快速加装到现有的老旧设备上。这种“即插即用”的特性使得轮胎制造商能够以极低的投入、在不严重影响现有生产的前提下，经济高效地完成老旧产线的自动化与智能化升级改造，投资回报率显著。

高可靠性：机械结构采用导向气缸、刚性支架等成熟可靠的标准化部件，结构简单，坚固耐用，对轮胎生产车间常见的粉尘、油污、温差等恶劣工业环境具有天然的适应性。同时，模块化的设计使得日常点检和维护保养工作变得非常简单，即使某个部件（如传感器、气缸）出现故障，也可实现快速更换，最大限度地减少系统停机时间，保障生产节拍的稳定。

5 结论

本文设计并阐述了一种基于下沉式升降结构的胎面自动称重装置，成功解决了轮胎成型机在胎面供料工位缺乏高效、精准在线称重手段的问题。该装置通过巧妙的机械结构设计，在空间受限的条件下，实现了称重单元与物料输送单元在功能上的高效协同与物理上的有效隔离，从根本上保证了称重精度。

其高度自动化与集成化的设计，实现了胎面重量数据的自动采集、计算、存储与上传，完成了与生产管理系统的信息集成，为轮胎生产的全流程质量追溯、工艺优化与精益管理提供了不可或缺的关键数据支撑，是构建轮胎智能工厂的重要一环。该系统性能稳定，测量精度高，对新旧设备兼容性好，制造成本与维护成本低，具有很高的推广价值和广阔的应用前景，为轮胎制造业的智能化升级提供了切实可行的解决方案。

参考文献：

[1] 朱立新, 冯兴林, 徐海涛, 等. 3+9+15×0.225ST 钢丝绳线在

- 全钢载重子午线轮胎胎体中的应用 [J]. 橡胶工业, 2022,69 (12):921-925.
- [2] 刘国英, 张凤杰, 赵辉. 半钢子午线轮胎气泡的原因分析及解决措施 [J]. 橡胶科技, 2021,19(12):612-615.
- [3] 洪育仙, 潘挺, 张宏, 等. 全钢三鼓成型机创新介绍 [J]. 橡塑技术与装备, 2023,49(02):14-17.
- [4] 徐立, 朱嘉. 智能轮胎技术的发展 [J]. 轮胎工业, 2024,44 (07):387-393.

A kind of tread weighing device for tire building machine

Chen Hongpeng

(Tianjin Saixiang Technology Co. LTD., Tianjin 300384, China)

Abstract: This article addresses the issue of the lack of effective weighing methods in the tread feeding section of tire building machines, which leads to missing weight data and affects tire quality traceability. A sinking weighing device integrated into the conveyor roller bed is designed. This device detects the arrival of the tread through a photoelectric sensor, and the weighing tray and L-shaped support rod are driven up and down by a guiding cylinder. The net weight of the tread is accurately measured using a differential weighing method. This structure is compact and highly compatible, suitable for both new model design and retrofitting of old equipment, providing an effective solution for improving tire product quality control.

Key words: tire building machine; tread feeding; weighing device; quality traceability; submerged design
(R-03)

入局轮胎！大型集团斥资 3 亿美元海外建设新基地

Entering the tire industry! Major conglomerate invests \$300 million to build a new overseas base

近日，中国中天钢铁集团“汽车轮胎核心材料生产项目”正式签约落地埃及，项目选址苏伊士运河经济区艾因苏赫纳工业园中国泰达特区，成为中埃产能合作、共建“一带一路”的又一标杆制造业项目。

本次签约仪式在埃及新行政首都顺利举行，获埃及政府相关部门高度重视与支持。埃及总理穆斯塔法·马德布利在新行政首都总理府见证项目签约，埃及电力部长伊斯玛特和苏伊士运河经济区管理局主席瓦利德·贾迈勒丁出席签约仪式。

据了解，该项目总投资 3 亿美元，规划用地面积约 32 万 m²，主打汽车轮胎核心骨架材料生产，核心产品为钢帘线与胎圈钢丝，是高端子午线轮胎的关键配套原材料。项目将新建智能化专业生产线，建成后可实现年产钢帘线 12 万 t、胎圈钢丝 5 万 t 的生产规模，产品品质对标国际高端汽车制造与轮胎行业标准，市场竞争力突出。

作为中天钢铁国际化布局的重要落子，该项目立足埃及独特的区位与政策优势，依托苏伊士运河经济区的物流枢纽价值，辐射非洲、中东及欧洲市场。项目投产后，约 30% 产品将用于出口，有效打通中国高端轮胎材料海外产销通道，助力企业规避贸易壁垒、完善全球供应链布局。同时，项目将为埃及创造约 1 000 个本地就业岗位，带动当地新材料、汽车配套产业上下游发展，推动埃及制造业转型升级。

深耕高端金属新材料领域多年，中天钢铁钢帘线、胎圈钢丝产品稳居全球行业前列，凭借智能化生产、绿色低碳工艺和稳定品质，斩获多项国际质量体系认证。此次落地埃及，不仅是企业拓展海外高端制造市场的重要突破，也进一步深化了中埃产能合作，为两国经贸互通、产业共建注入新动能。未来，中天钢铁将依托海外基地，持续输出中国智造技术与经验，助力中非制造业深度融合。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)