

$\Phi 760 \times 2300$ 输送带压延设备研制

陶丽梅, 高巍, 刘丽, 李明昊, 杨洋, 赵石军
(大连橡胶塑料机械有限公司, 辽宁 大连 116033)

摘要: 本文简单介绍了输送带压延设备生产工艺上应用, 详细介绍新研制的 $\Phi 760 \times 2300$ 压延设备在线成型分层带工艺流程、覆盖胶工艺流程、工作原理、主要技术参数和结构特点。并对各区段张力控制、电气控制等作了简单的分析。

关键词: 输送带压延; 分层带; 液压调距; 定中纠偏; 张力传感器; 张力控制

中图分类号: TQ330.44

文章编号: 1009-797X(2024)11-0039-05

文献标识码: B

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2024.11.008

0 前言

输送带是一种用于皮带输送带中起承载和运送物料作用的橡胶制品。输送带主要由橡胶与纤维、金属或其他材料复合而成, 广泛应用于农业、煤炭、矿山、冶金、建筑和交通等领域。随着输送带应用领域不断扩大, 对输送带品种需求多样化, 输送带的生产加工设备也相应地得到了快速发展。矿山输送带市场上分层带宽度为 800~2 400 mm 等。近几年市场需求幅宽 1 600~2 000 mm 宽输送带较多。为了满足市场发展需求, 本着提高自动化水平、提高生产效率、节能降耗、提质增效作为研发目标, 开发研制 $\Phi 760 \times 2300$ 规格压延机。填补国内空白, 是输送带行业生产幅宽 2 000 mm 以下输送带首选设备, 也是制品行业生产宽幅制品需求得设备。将提高自动化水平、提高生产效率、节能降耗、提质增效作为研发目标。

1 主要技术参数

辊筒排列型式:	"S"
辊筒规格	$\Phi 760 \times 2300$ mm
工作速度	2~40 m/min
辊筒速比	0.5~1 任调
制品宽度	800~2 000 mm
调距方式	液压驱动 (位置精度 ± 0.01 mm)
胶片厚度范围	0.2~6 mm $\pm 2\%$
主张力区最大张力	15 000 N $\pm 5\%$
主电机功率	2 \times 110 kW; 2 \times 132 kW
辊面温度精度	± 1 $^{\circ}\text{C}$
轴交叉	1 [#] 、4 [#] 辊
预负荷弯曲	1 [#] 、2 [#] 、3 [#] 辊
贴合力	Max 3T
冷却辊	12- $\Phi 600 \times 2300$ mm
卷取储布量	120 m
卷取最大卷径	$\Phi 3000$ mm
定中纠偏精度	± 2 mm

2 生产工艺流程

(1) 成型机成型分层带

成型机至少设有 3 个工位物料导布机、多组贴合装置, 需将 3 个布卷同时放置在成型机上, 成型多次引布、倒车贴合操作。左侧是导开, 单层的胶布自左侧导开, 经由贴合装置压成分层带芯, 由右侧卷取装置收卷。一般成型机受场地、工艺和成本的限制最多为三工位导开, 若层合的带芯超过 3 层则需将已层合一次的带芯与新的胶布一起再导开压成更多层的带芯。反复层合直到需要的带芯层数。

目前成型机成型分层带传统工艺 (如图 1), 需额外购置一套成型机, 放置在独立车间, 需自压延车间反复卸卷、吊卷至贴合车间, 再在成型机上上卷, 劳动强度大, 效率低, 浪费人力物力, 冷态贴合质量不佳。

(2) 压延线在线成型分层带

工艺流程: 帆布放置在双工位导开装置上, 为使机组连续运行, 当一卷帆布导完后, 需将其尾部与另一卷布头通过接头硫化机进行搭接, 以连续不断供给布料。自导开装置恒张力导出后, 依次经接头硫化机、前牵引、前储布器、储布牵引、前张力保护, 进入大张力定中纠偏导正后, 经扩布装置进入四辊压延机的 2[#]、3[#] 辊缝中, 与压延机 1[#]、2[#] 辊缝和 3[#]、4[#] 辊缝压出的上下胶片, 进行一次双面贴胶。胶布经后张力保护装置, 进入冷却装置进行冷却定型, 再经过后储布器、板式夹持、小张力定中、后牵引装置、贴合装置,

作者简介: 陶丽梅 (1975-), 女, 正高级工程师, 主要从事橡胶、塑料机械设备的设计开发工作。

收稿日期: 2024-01-04

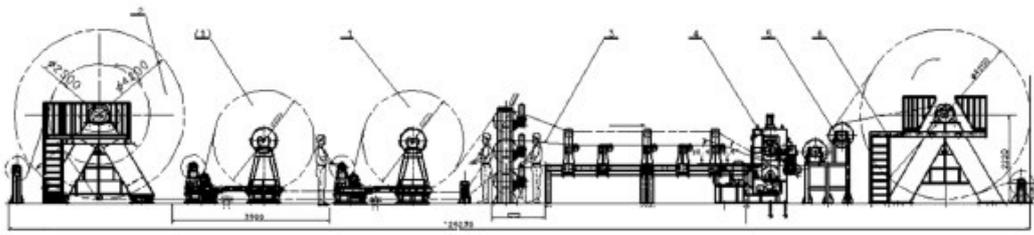


图1 成型机生产工艺流程

送至1#卷取装置中进行收卷,从而完成一次双面贴胶工艺。当卷至工艺所需卷径,需进行胶布贴合时,1#卷取切换成导开功能向外导出胶布,与后牵引过来的胶布一起通过贴合装置进行贴合,贴合后胶布送至2#

卷取进行收卷。根据工艺需求,需成型更多层数,则2#卷取切换成导开功能导出胶布,与后牵引送过来胶布在贴合装置进行贴合,可反复成型3~8层胶布,从而完成在压延线上在线成型分层带,如图2所示。

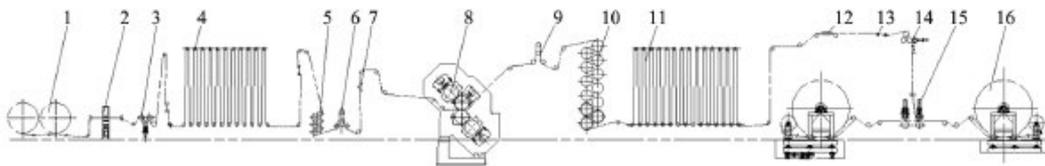


图2 Φ760×2300压延机在线成型分层带生产工艺

在压延线上成型分层带,突破输送带行业采用成型车间专用贴合机成型分层带的传统工艺。节省传统工艺来回运转物料、反复吊卷上卷时间,大幅降低劳动强度,节省大量人力物力,降低成本,效率提高300%。恒张力成型提高胶布层间附着力,避免传统工艺层芯在使用过程中易出现分层现象,解决了分层带各层的平整度、张力和抗拉强度均匀性问题。

3 研发压延设备适应生产工艺

(1) 为实现在压延线恒张力成型分层带工艺,设计双功能卷取、贴合装置、成型定中纠偏系统、张力闭环控制单元。

(2) 为提高设备自动化、制品精度、生产效率,实现配方管理,压延机调距方式采用液压驱动。

(3) 为保证压延成型线六区段张力稳定,各区段设有张力传感器,显示并参与控制。

(4) 为防止帆布运行偏离中心基准,设有自动定中纠偏系统。

(5) 为保护设备因张力过大不受损坏,在大张力区设有过张力保护装置。

(6) 为保证连续生产,需设有前后储布器、双工位导开机双工位卷取装置。

(7) 为胶布冷却定型,设有冷却装置。

4 机组结构特点

4.1 压延主机

Φ760×2300四辊输送带压延机,借鉴国际先进技术,融合国内外设备优点,自主开发的高精度的液压调距压延机。主要由高强度高精度轧辊、滚子轴承、液压调距、予负荷弯曲装置、轴交叉装置、挡胶板装置、伺服切刀装置、传动系统、液压系统及气动系统等组成。

工作原理:将混炼胶经供胶输送机送入摆动喂料装置,再输送至喂料辊缝,帆布经前辅机送入四辊压延机的2#、3#辊缝,与压延成型的上下胶片进行贴胶,从而完成一次双面贴胶工艺。

辊筒排列“S”型,四个辊筒由4台伺服电机单独驱动,使辊筒速比可以无级调整,以适应不同的工艺要求,伺服系统控制提高张力控制精度。

辊筒采用钻孔结构,沿周边均匀的钻孔,加热、冷却转换速率快,反应灵敏。每个辊筒都有独立的智能温控系统,温度可以单独调节设定,通过PLC自动监控调节温度,辊筒工作表面温度公差±1℃。

辊筒轴承采用耐热高精度的滚柱轴承,具有高载荷能力和最佳的运转质量,经过特殊的加工与装配,保证同轴度,减小辊筒回转时产生的偏心和振动,保证了压延胶片的质量。支承辊筒的两侧机架,采用经

孕育处理的高强度铸铁制成, 结构紧凑, 外形美观。

调距装置采用液压驱动, 设置在1[#]、2[#]、4[#] 辊筒轴承体上。液压调距装置由油缸、高精度位移传感器、比例伺服阀、压力传感器、换向阀、节流阀、液压管路及控制部分组成。液压调距系统由执行油缸、高精度的位置检测元件、控制部分组成位置闭环伺服系统。高精度的位置检测元件实时检测辊筒的实际位置。位置控制精度可达 ± 0.01 mm。当压延贴合力大于设定的极限压力且持续时间超过某一设定值时, 辊筒间距可快速打开, 保护设备。当有输入或控制内部出现紧急情况时, 辊筒可快速打开到最大极限位置。

预负荷弯曲装置设置在1[#]、2[#]、3[#] 辊上, 用来消除辊筒轴承间隙。在1[#]、4[#] 辊上设有轴交叉装置, 当辊筒因负载而产生变形, 胶片出现两端薄中间厚时, 调节交叉装置来进行一定补偿, 获得交叉量由控制系统通过人机界面显示。

传动装置采用一体式减速机, 输入输出同侧排布方式, 大幅节省占地空间, 润滑系统悬挂于箱体上, 结构紧凑, 提高外观质量。

挡胶板用于防止辊缝中物料向辊筒端面溢出, 通过气缸驱动升降便于清理物料。采用分体式结构, 升降传动形式。

伺服切刀采用电动推杆推动切刀左右移动, 红外线传感器检测边部, 使刀片随帆布边布随动, 保证切割效果。

4.2 压延联动装置

主要由双工位导开装置、接头硫化机、前牵引装置、前储布器、储布牵引装置、前张力保护装置、大张力定中心、后张力保护装置、冷却装置、后储布器、板式夹持装置、小张力定中心装置、后牵引装置、贴合装置、双工位卷取装置、温度检测单元、张力检测单元、贴合定中纠偏系统等组成。

双工位导开装置可同时放置两卷帆布以保持连续工作需要。为保持恒张力导出, 设有制动器, 由张力传感器检测控制, 并在主控台上显示, 以实现帆布恒张力导出。设有快速装卸方钢气动安全卡盘, 仅卡盘方口朝上时, 可拿出芯轴。当布卷开始转动后, 能自动合上自锁, 确保安全。

接头硫化机供帘布接头硫化用。前后帘布卷首尾相接时, 帘布中间用胶条贴合, 通过上下板加热压进行硫化, 使其牢固连接。主要由上下两块加热平板、油缸、油压系统等组成。上加热板固定, 下加热平板

与油缸活塞连接, 可作上升移动。上下平板电加热。

牵引装置主要由橡胶压辊和主动钢辊及传动装置等所组成。牵引辊通过变频电机, 减速机带动运转。传动装置中还设有制动器, 能快速地制动停车, 为适应操作要求, 该机可单独启动停车或点动。

储布器分别用以储存在硫化接头期间、双工位卷曲装置停车裁断换卷期间压延出来的胶布。它主要由两个装有辊筒组且距离可变的框架, 机架及液压装置所组成。下框架为固定, 上框架可上下移动, 上框架由链条通过机架上方的链轮与液压缸的活塞杆连接, 框架的四角分别装有一组导向轮, 使框架能平稳升降, 另外机架上方装有两对链轮, 经由二根长轴串联使上框架的四个角上下移动时保持同步。储布器采用液压方式保持帘布的张力, 液压采用伺服控制系统, 实现用户工艺所需不同张力自动调节压力, 提高控制稳定, 节能降耗。

张力保护装置根据压延工艺可设定张力范围为3 000~15 000 N。当张力超过设定值时, 发信号反馈至PLC, 机组停机。设有张力传感器, 显示帆布张力, 并反馈到电气自动调节系统, 分别控制储布牵引和冷却装置的工作速度, 使联动速度协调大张力区段张力稳定。

整线设有大、小张力区定中心装置, 主要用以纠正帆布跑偏, 保持帆布在基准中心线位置运行。

冷却装置用于双面擦胶胶布冷却定型。辊筒的结构形式为夹套轴流式。冷却效果显著, 辊面温度均匀。设有模温机, 根据工艺需求设定温度, 自动控制冷却辊温度。并设有引布系统, 减少了人工操作的难度和劳动强度, 增加了安全性。

4.3 胶布贴合装置

贴合装置由贴合辊、导辊、支架、操作台、气缸、气路系统等组成。未贴合前, 两套气动贴合辊装置的气缸处于缩回状态; 当进行胶布层合时, 两套贴合辊交替工作, 来完成胶布反复层合功能。

双工位卷取装置设由两组卷取装置交替工作, 以保证连续生产。每组主要由一组卷取机构(可作为导开使用)、一组垫布导开机构(可作垫布卷取使用)及纠偏系统组成。每组卷取装置和垫布导开安装在同一移动底座上, 可由纠偏系统推动左右移动, 对正流程中心。卷取机构主要由传动系统、安全夹头、卷轴、机架等组成, 具有收卷和导开双功能, 传动装置中还设有制动器, 能快速地制动停车。第一工位卷取装置

下设有移动导轨,可在电机带动下整体移出生产线以外进行换卷操作。垫布导开机构设有电动纠偏功能,当垫布跑偏时,电动推杆推动导开架作轴向移动,纠正垫布跑偏。为保证垫布导出张力恒定,由检测元件控制制动器制动力矩,保证垫布恒张力导出。

5 控制系统

电控系统主要由 PLC 可编程控制器、人机界面、数字调速系统、温度控制系统、辊距控制系统等组成。

主机速度在整个调速范围内连续可调,具有较硬的机械特性。辅机速度控制在联动状态下以主机速度为基准,保证辅线设备满足设备生产要求。PLC 系统完成压延主机传动,压延辅机传动,张力控制,调距控制,压延控制系统其它控制联锁,以及与联动线之间的数据传送,并可通过人机界面进行全线速度的控制、状态监控和故障显示等。与主传动控制器通过 Profinet 通讯方式连接,完成压延机组的操作、配方设定、配方管理、运行状态的检测、运行数据的传输,并预留以太网通讯接口。通过在人机界面上设定相应张力,对辅机的各部速度进行控制,满足制品在生产过程中的张力连续可调的要求,并且保证在升速降速过程中转速平稳,张力稳定,整线各区段的张力控制采用张力传感器作为张力检测元件,实现闭环控制。

完善的安全检测和控制系统是保证设备正常运行安全和人身安全的有力保障。设备开机前开机条件达不到不允许开机,设备工作过程中工艺条件不满足自动停机,并发出警报。本控制系统在各操作面板上都安装了紧急停车按钮,在设备的相应操作位安装了急停按钮盒。所有的紧急停车开关都独立于 PLC 控制,即采用独立控制回路完成急停功能,并将急停信号送入 PLC 做显示和相关联锁控制。

完善的设备联锁是保证设备正常运行的首要前提条件,压延生产线的各种检测信号送入 PLC 后,由软件完成各种连锁逻辑,保证设备运行的稳定性,并便于故障分析和维护。设备的运行状况和报警进入 PLC 后,对各种不同的故障进行处理,并在控制台上作相应的指示,便于设备维护和检修。

6 设备优势

(1) 实现了在大压延机上调距液压驱动,采用比例伺服阀及高精度位置检测,控制精度可达 ± 0.01 mm。提高制品精度,自动化程度高,并实现工艺配方

管理。

(2) 采用结构仿真对压延辊筒模拟加载计算,进行强度及变形分析,确定辊筒中高度值。同时配有轴交叉装置、预负荷弯曲等措施,保证压延制品精度。

(3) 采用 P5 级高精度滚子轴承,载荷能力高,使用寿命达 6 万 h 以上。

(4) 实现在线恒张力成型分层带技术,国内领先。突破输送带行业采用成型机成型的传统工艺。

(5) 大小六个张力区段均采用张力传感器闭环控制,采用通讯模式提高信号抗干扰能力及精度,提高主张力区段的张力精度在 $\pm 5\%$ 之内。

(6) 在压延机出口、冷却装置出口、卷取装置前均设有温度检测。便于控制每个阶段制品温度,从而保证制品质量。

(7) 卷取系统创新研究,闭环控制,张力锥度控制。使生产实现连续,自动化、稳定性高。

(8) 储布液压站采用伺服控制系统,实现用户工艺所需不同张力自动调节压力。同时伺服系统响应速度快,提高控制稳定,并实现节能。

(9) 先进的器件和设计理念应用,可靠性高。如电机选用西门子电机、E+L 纠偏系统、FMS 的测力轴承、西门子 PLC、西门子的编码器等,保障设备的可靠性;采用模块化设计,简化结构。

(10) 采用先进的 PLC 程序控制技术、总线技术、远程 I/O、人机界面,配方创建、管理及 MES 诊断功能,提前预知设备的故障点。

7 结语

研制 $\Phi 760 \times 2\ 300$ 输送带压延设备,秉承高质量、高效率、高自动化、节能环保、安全可靠的研发理念和设计思路,大量采用新技术、新工艺、新材料以及国内外先进的控制原理和精密的控制元件。应用计算机仿真技术对压延机辊筒加载进行工作状态模拟,创建机组零部件加工工艺、装配工艺、检测技术,进行机组机电一体化、智能化和网络化控制、联锁控制和在线监测技术,质量控制全面研究,完成机组设计与开发。不论从主要性能参数、结构特点还是从用户使用情况来看,均达到国际先进水平。

$\Phi 760 \times 2\ 300$ 输送带压延设备,为国内首创。实现了在压延线上恒张力成型分层带,替代了传统成型机成型分层带工艺。解决了传统工艺成型分层带易脱层质量差问题,为企业大幅降低成本,节省大量人力

物力,生产效率提高300%。该机组压延精度高,每年可为用户节约胶料上百吨,对增加企业的经济效益起到了促进作用。通过市场调研,越来越多用户要求在压延线成型分层带。 $\Phi 760 \times 2300$ 输送带压延设备的研制成功,将在输送带行业被广泛应用,对我国输

送带行业发展起到了积极的推动作用。

参考文献:

- [1] 橡胶加工工艺. 化学工业出版社. 1982.
- [2] 橡胶工业手册. 修订版第九分册. 1992.
- [3] 橡胶工业手册. 橡胶机械(上册)第3版. 化学工业出版社 2014.

Development of rolling equipment for $\Phi 760 \times 2300$ conveyor belt

Tao Limei, Gao Wei, Liu Li, Li Minghao, Yang Yang, Zhao Shijun

(Dalian Rubber & Plastics Machinery Co. LTD., Dalian 116033, Liaoning, China)

Abstract: This article briefly introduces the application of the production process of conveyor belt rolling equipment, and details the online process flow, covering rubber process flow, working principle, main technical parameters, and structural characteristics of the newly developed $\Phi 760 \times 2300$ rolling equipment. And a simple analysis was conducted on tension control and electrical control in each section.

Key words: conveyor belt rolling; layered zone; hydraulic distance adjustment; centering and correcting deviation sensor; tension control

(R-03)

巴斯夫推出一种新型醚基热塑性聚氨酯 (TPU): Elastollan® 1400

BASF introduces a new ether-based thermoplastic polyurethane (TPU): Elastollan® 1400.

巴斯夫推出一种新型醚基热塑性聚氨酯: Elastollan® 1400。新型 TPU 系列具有出色的耐水解和耐微生物性,结合了稳定的加工性能和良好的压缩变形性能。该材料具有出色的爆破压力性能,可以通过挤出和注塑成型进行加工。Elastollan® 1400 的老化稳定性确保了持久的性能——是广泛应用的多功能选择。

具有优异机械性能的先进材料技术

耐水解性和优异的机械性能等关键优势使 Elastollan® 1400 成为运输、工业制造和鞋类等不同行业的理想选择。无论是轨道垫、电缆护套、管材和软管、型材、齿轮还是鞋底,新型 TPU 系列都能提供可靠性和持久的性能。对于鞋类行业来说,卓越的抗湿滑性是一项关键优势,可确保增强安全性和舒适性。

Elastollan® 1400 系列具有独特的动态性能,这源于离散的玻璃化转变温度 (T_g) 和扩展的粘弹性平台。这些特性有助于提高尺寸稳定性和广泛的热应用范围。

可供取样的实验级产品

经过两年多的研究,可用于特定应用和加工技术的实验级产品可供取样。巴斯夫欢迎客户和感兴趣的潜在客户进一步探索这些新等级,并亲身体验产品的性能。

通过降低产品碳足迹提高可持续性

Elastollan® 1400 系列在设计时考虑到了可持续性,与具有同等性能的 TPU 等级相比,其碳足迹更低(例如,对于 shore 80 A 硬度,可以将碳足迹减少高达 30%)。这种可持续性优势吸引了那些优先考虑环境问题并寻求最大限度减少生态足迹的方法的制造商。

摘编自“PUWORLD”

(R-03)