

宽幅内衬层三辊压延设备

张松¹, 陶丽梅²

(1. 双钱轮胎集团有限公司, 上海 200025 ;
2. 大连橡胶塑料机械有限公司, 辽宁 大连 116033)

摘要: 主要介绍了内衬层压延生产线的基本组成、工艺流程和技术参数。并详细介绍三辊压延主机及辅机各构件的工作原理及结构特点。

关键词: 宽幅三辊压延机; 内衬层; 双功能导开装置; 纠偏定中; 贴合

中图分类号: TQ330.44

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)04-0032-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.04.007

随着工程子午胎的快速发展, 工程胎用压延法内衬层生产线, 由于其具有生产效率高、胶片精度高、质量好等诸多优点, 在国内外工程子午胎生产中被广泛采用。内衬层压延法生产线可根据工艺要求选用不同形式的压延流程。本机组是根据工艺要求自主开发研制的, 用于较大幅宽的橡胶内衬层单层纯胶片的压延、或2层及3层胶片的贴合。

1 宽幅内衬层三辊压延机组

1.1 主要技术参数

辊筒直径	800 mm ;
辊筒工作长度	2500 mm ;
工作线速度	2~20 m/min ;
压延胶片厚度	0.2~3 mm ;
压延胶片宽度	500~2 200 mm ;
制品精度	±0.02 mm 厚度 < 1 mm ; ±0.05 mm 厚度 > 1 mm ;
辊筒速比	0.5~1 任调 ;
调距方式	液压驱动 ;
主电机功率	90 kw×3 ;
辊筒排列型式	r 型(1# 辊与2# 成45° 排列);
冷却辊规格	6-Φ800×2 500 mm ;
贴合纠偏精度	±1 mm ;
胶片卷取及导开最大卷径	Φ1 200 mm ;
卷取最大卷径	Φ1 500 mm。

1.2 基本组成

三辊压延法内衬层生产线基本组成包括供料装

置、三辊压延主机、测厚装置、接取输送带、胶片冷却装置、测速装置、摆动纠偏输送带、双功能导开装置、贴合装置、卷取装置等组成。其生产流程图如下:

1.3 生产工艺要求

将热炼好的胶料经挤出喂料机及开炼机通过供胶输送机送入三辊压延机, 压延出的胶片修边后经接取输送带送入冷却装置冷却定型, 再经定中输送带后, 由1# 工位卷取装置(兼具导开功能)卷取。多层胶片贴合时, 将储存的胶片放置在1# 导开卷取或2# 导开卷取上与压延主机压制的胶片共同经过贴合输送带进行贴合。经过纠偏定中后, 由单工位中心卷取装置收卷。可根据需要生产单层及2层、3层的复合胶片。

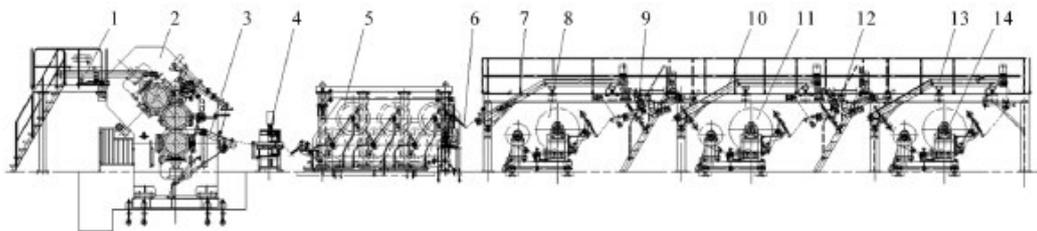
2 压延主机结构特点

自主开发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、予负荷装置、轴交叉装置、挡胶板装置、传动系统、切边装置、喂料装置、温控装置、液压及气动系统等组成。其工作原理是将热炼好的胶料, 送入挤出喂料装置, 经过摆动装置输送至1#、2# 辊隙, 再经过2#、3# 辊缝, 压延成所需要的内衬层胶片。

调距装置采用液压驱动, 与测厚装置形成闭环自动调整系统, 根据压延制品精度的变化进行辊距的自动调整, 保证压延制品的精度, 极大的降低了物料的

作者简介: 张松(1979-), 男, 工程师, 主要从事装备及项目管理、数字化等相关工作。

收稿日期: 2024-01-04



1—供料装置；2—三辊压延主机；3—接取输送带；4—测厚装置；5—胶片冷却装置；6—测速装置；7—1#摆动纠偏输送带；8—1#双功能导开装置；9—1#贴合装置；10—2#摆动纠偏输送带；11—2#双功能导开装置；12—2#贴合装置；13—3#摆动纠偏输送带；14—卷取装置

图1 三辊压延法内衬层生产线生产流程图

浪费。液压调距装置设在1#、3#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。

辊筒是直接压延制品的零件，是压延机最主要的组件，辊筒的质量直接影响制品的质量。三个辊筒由3台变频电机单独驱动，使辊筒速比可以无级调整，以适应不同的工艺要求。辊筒采用表面硬度高、心部有一定韧性和强度的合金冷硬铸铁制成，表面经过精加工后达到精度高，耐磨。辊筒工作表面沿周边均匀的钻孔，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 °C。为了使辊筒轴承有较高的额定载荷(使用寿命)和最佳的运转质量，采用耐热高精度的双列滚柱轴承，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。

压延机1#、2#辊上没有拉回装置，用来消除辊筒轴承间隙及调距螺杆与螺母之间的间隙。在1#、3#辊上设置了轴交叉装置，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。主机上1#、2#辊上没有分体电动挡胶板装置，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。切刀切除余边通过返胶边输送机送

至压延机喂料辊缝。

3 压延辅机结构特点

本辅机主要由测厚装置、接取输送带、冷却装置、测速装置、摆动纠偏输送带、贴合装置、卷取装置等组成。

为了满足内衬层薄胶片的无张力运行与卷取，保证胶片在运行中不变形、不打褶起皱；多层胶片贴合时，为了防止层与层之间产生气泡，降低贴合力和层与层之间不对中，本辅机针对上述关键问题采取了相应的技术措施，展现出先进实用的结构特点。

接取输送带用于将压延机压延出的胶片输送到胶片冷却装置中。为了保证传送带的速度与主机速度同步，防止由于速度不一致而造成拉扯胶片，在主机与接取输送带之间设置测速装置，以协调之间速度。采用气缸实现输送带的升降。

冷却装置用来对胶片进行冷却定型。主要由辊筒、左右机架及冷却水管路等组成。辊筒的一端带有动力，由电机经由圆锥齿轮减速器驱动。辊筒内筒结构采用螺旋式，外层为钢板制成。冷却水通过旋转接头流入螺旋流道，冷却效果显著，辊面温度较均匀，每个辊筒的进水口装有截止阀，用以调节进水量。冷却装置上设有引布系统。引布系统主要由电机、传动轴、链传动、引布杆及张紧轮等。自接取输送带出的胶片缠绕在引布杆上，随着链轮链条传动被引布杆自动导入冷却辊中。自动化程度高，减少人工引片困难，避免拉升。

测速装置主要由导辊、支架和角位移传感器等组成。用于检测胶片的张力情况，并发出反馈电信号，传至后面胶片所经过的单机的传动系统，控制工作线速度，协调前后两个带动力的单机之间的线速度，以保持胶片无张力的运行。本生产线在两个带动力的单

机之间均采用此装置。

摆动纠偏输送带前后功设置三套,是保证卷取对中、胶片贴合对中的核心装置。主要由输送带、传动系统、国外进口的 E+L 纠偏系统等组成。输送带与 E+L 电动推杆相连,通过双 CCD 传感器检测信号,控制电动推杆进退,实现纠偏定中功能,定中精度 ± 1 mm。每套摆动纠偏输送带的爬坡段上装有毛刷辊,防止胶片脱落和粘连在输送带上;在前两套输送带末端各有一套定中检测导辊。为便于引片,此处导辊由气缸带动前后移动,可实现导辊前、中、后三个工作位要求。

双功能导开装置具备胶片卷取和导开两种功能,通过电磁离合器交替工作。由胶片卷取装置,垫布导开装置,张力检测装置,垫布纠偏装置,双 CCD 传感器,导开磁粉制动器,切换工作模式的电磁离合器,小车移动部分等组成。其中卷取装置和垫布导开均由电机、制动器、传动侧电磁离合器、安全夹头、方钢、非传动侧离合器、磁粉制动器、机架等组成。当纯胶片进行收卷时,此装置具有卷取功能。接通传动侧的电磁离合器,切断非传动侧的电磁离合器,以断开非传动侧磁粉制动器;同时切断垫布导开装置的驱动电机,接通磁粉制动器来保持导开垫布的恒张力。通过张力检测装置,控制纠偏输送带和卷取电机之间速度,以保证纯胶片无张力运行。胶片在卷取时,通过双 CCD 摄像机感应胶片的两侧边缘,控制纠偏输送带上的电动执行器,使胶片对中。当垫布导开时,设有红外线电眼检测布边跑偏情况,当垫布跑偏时,检测探头接收的信号改变,控制执行机构动作,导开架作轴向移动,纠正垫布跑偏。当进行 2 层或 3 层贴合时,此卷取装置用来导开胶片,具有导开功能;同时垫布导开装置用于收取垫布,具有收卷功能。通过电磁离合器进行功能之间的切换。胶片导开动力由垫布收卷电机提供,导开张力由磁粉制动器提供。为保证胶片贴合的对中性,通过导开胶片与输送带之间双 CCD 传感器检测,控制定中输送带上电动执行器,使从主机压延过来的胶片与导开胶片对中,进行 2 层或 3 层贴合,通过张力检测装置进行控制,保证胶片无张力运行。

贴合装置主要由导辊、环形运输带、贴合辊等组成。将导开装置导出的胶片与压延主机输送过来的胶片进行贴合并输送。贴合辊由气缸驱动,当需要输送单层胶片时,贴合辊筒抬起,胶片可以顺利通过,当需要贴合胶片时,气缸切入,贴合辊对 2 层及 3 层胶

片进行贴合。

卷取装置主要由卷取方钢、支架、传动系统、垫布导开装置,纠偏装置、双 CCD 传感器等组成,安装在移动小车上。小车通过交流电机驱动,当需更换垫布卷时,启动小车,将该装置移出,驱动电机带有制动装置,保证小车在静止的状态下,此装置不会发生意外移动。卷取动力由电机通过减速机驱动安全夹头,带动卷取方钢进行工作。通过双 CCD 传感器检测,控制装在定中运输带上的电动推杆执行机构,保证卷取的对中性。胶片的卷取张力及速度匹配由张力检测装置进行控制。

4 关键技术

(1) 液压调距采用比例伺服阀及高精度位置检测位置,控制精度可达到 ± 0.01 mm。液压调距与测厚闭环自动调整系统,根据压延制品精度的变化进行辊距的自动调整,保证压延制品的精度,极大的降低了物料的浪费。

(2) 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,进行强度及变形分析,确定合理辊筒中高度值。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) 双功能导开装置通过离合器转化实现胶片收卷和导开双功能。采用变频调速闭环控制系统,使生产实现连续,自动化、稳定性高。

(4) 采用自动引胶片装置,将胶片自动引入冷却装置,提高生产效率,减少人工引片困难,避免拉升。

(5) 先进的器件和设计理念应用,可靠性高。在选择器件方面,采用国际最新的可靠器件,如电机选用西门子电机、E+L 纠偏系统、THK 的直线导轨、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。

(6) 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。

5 电气控制系统

电控系统主要由 PLC 可编程控制器、人机界面、交流变频调速系统、温度控制系统、辊距调距系统及润滑控制系统等组成,满足压延机组生产内衬层胶片要求。

采用先进的设计原理和可靠的选型使整个机组具

有操作简单可靠, 监视保护系统功能完善, 串行通讯接口齐备等特点。运用速度、电流双闭环系统与 PLC 的给定相配合, 同时辅以多处速度缓冲装置做速度随调, 消除误差, 实现高精度控制, 以满足各种工艺的速度要求。采用可编程序控制器 (PLC) 进行自动控制, 同时运用数模转换器通过软件 PID 编程作系统给定, 具有自动化程度高, 控制功能齐全, 控制精度高等特点, 确保机组同步运转和制品精度。PLC 系统完成压延主机传动, 压延辅机传动, 速度控制, 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 Profibus 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。采用速度检测装置来反馈控制各个单机的电机运行速度, 保证机组速度协调一致, 确保胶片在无张力状态下运行, 提高了制品的精度等级。辊缝、轴承回油温度、辊筒表面温度均采用数字显示, 并进行自动控制。热水循环加热采用 PID 自动控温技术, 温度控制精度高, 辊面温差小, 保证了压延制品质量。整线设有联锁及安全保护措施, 在各操作处设有紧急停车开关。

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。

6 结语

本机组是根据工艺要求自主研发的新产品。在结构和原理等方面都采用了新的设计思想和理念。采用进口的 E+L 纠偏、双 CCD 传感器来实现高精度的胶片定中功能, 首次采用电磁离合器实现卷取和导开双功能作用, 实现一机多用, 使设备更具有结构简单、效率高、操作方便、功耗低、制品优良等优点。本机组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。通过市场调研, 宽幅内衬层将越来越多地采用大型压延机来生产, 在全钢工程子午胎生产内衬层中被广泛采用。

参考文献:

- [1] 橡胶工业手册·修订版第 7 分册·化学工业出版社·1985.
- [2] 李伟, 李大虞. 工程胎内衬层生产线的设计《橡塑技术与装备》2005,(4).

Three roll rolling equipment for wide inner lining layer

Zhang Song¹, Tao Limei²

(1. Double Coin Tire Group Co. LTD., Shanghai 200025, China;

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

Abstract: This article mainly introduces the basic composition, process flow and technical parameters of the inner lining rolling production line, and provides a detailed introduction to the working principles and structural characteristics of the main and auxiliary components of the three roll rolling machine.

Key words: wide three roll rolling machine; inner lining layer; dual function opening device; edge guiding; fit

