

产品应用

分布式网络控制 在半钢子午线轮胎一次法成型机上的应用

景 阳, 芮建华, 关大力
(北京航空制造工程研究所, 北京 100024)

摘要: 简述了发展半钢子午线轮胎的必要性, 详细介绍了分布式网络控制在 LCZ-PI型半钢子午线轮胎一次法成型机上的应用。

关键词: 分布式网络控制; 半钢子午线轮胎一次法成型机; 应用

近年来, 随着我国国民经济的稳步高速增长, 家用轿车保有量在逐年迅速增加, 在汽车工业发展的带动下, 半钢乘用车子午线轮胎的需求量也开始激增。在这样的市场形势下, 国内外轮胎机械生产厂商也开始了激烈的角逐。目前, 国外对半钢子午线轮胎一次法成型机的开发及研究已经发展了数十年, 趋于成熟且自动化程度相对较高, 在我国轮胎企业中占有一定数量。国产半钢乘用车子午线轮胎二次法成型机也有一定的数量, 但出于在动平衡、均匀性等方面对轮胎的要求, 以及消费者更加重视轮胎的安全性、舒适性等品质要求, 各轮胎企业在今后几年都将目光投向了一次法工艺生产半钢子午线轮胎。因此, 我国自主研发半钢乘用车子午线轮胎一次法成型机既是橡机市场的需求, 也是我国重大装备制造业发展的要求。

1 LCZ-PI型半钢一次法成型机的结构简述

北京航空制造工程研究所自主研发的 LCZ-PI型半钢子午线轮胎一次法成型机采用了传统的两鼓工艺, 即贴合鼓和成型鼓。贴合鼓负责带束层贴合、冠带条缠绕以及胎面贴合, 完成的胎面组件由传递环移至成型鼓工位。成型鼓负责预复合件贴合、帘布贴合以及扣圈、反包、成型、动态打压等工序。

成型鼓采用四胶囊, 即两个反包胶囊和两个肩胶囊。肩胶囊的应用, 避免了生胎子口气泡的产生, 同时子口部位更加结实。反包工序采用了气缸机械助推的方式, 避免了胶囊反包存在的助

推力不够的情况, 同时也简化了控制。

胎体供料架部分采用了机内预复合的工艺, 预复合件、帘布、带束层以及胎面均为自动定长、裁断以及自动贴合。

冠带条缠绕机构适应目前高档轿车轮胎所广泛采用的 10mm 冠带, 高速导开及缠绕, 同时提供多种缠绕模式, 可以满足用户不同的工艺要求。

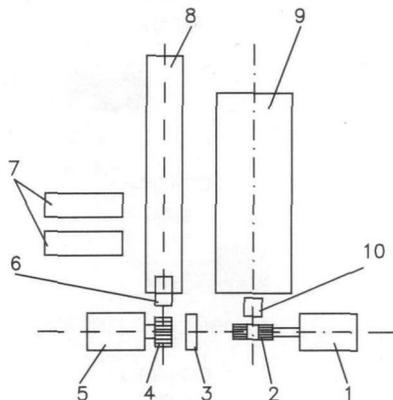


图 1 LCZ-PI 平面布置图

- 1 成型鼓主轴箱; 2 成型鼓; 3 传递环; 4 贴合鼓;
5 贴合鼓主轴箱; 6 冠带条缠绕机构; 7 冠带条导开料架;
8 带束层供料架、胎面供料架; 9 预复合供料架、帘布供料架;
10 动态打压机构

2 电气控制系统的设计特点

2.1 电气控制系统的网络构成

根据机械结构各个部件的不同功能, 电气控制系统采用分布式通讯网络控制, 分为 6 个站: 成型鼓站、胎体供料架站、贴合鼓站、带束层供料架

站、胎面供料架站以及冠带站。通讯网络基本由以太网和 CC-Link网络组成 (见图 2) 结构简单, 思路清晰。Q系列的以太网、CC-Link实现了不同网络类型、不同网络层次之间的无缝通讯, 数据能在接入网络的任何 PLC之间相互传输, 也能使用 GX-Developer进行数据监视和编程。

控制层网络使用 CC-Link通讯协议。成型鼓站担负着轮胎成型的大部分工序, 故作为分布式

控制的主站, 选用三菱 Q02H CPU 其余各站为其从站, 选用 Q00 CPU 各站相互独立, 实现对各功能部件的单独控制, 通过通讯模块 Qb1BT11N构成 CC-Link网络, 实现各站之间的数据交换。由于采用分布式控制, 将各主要功能分散, 这在设备开发过程中使得程序大大简化, 同时提高了程序的可读性, 极大地提高了开发效率, 缩短了设备开发及调试的周期。

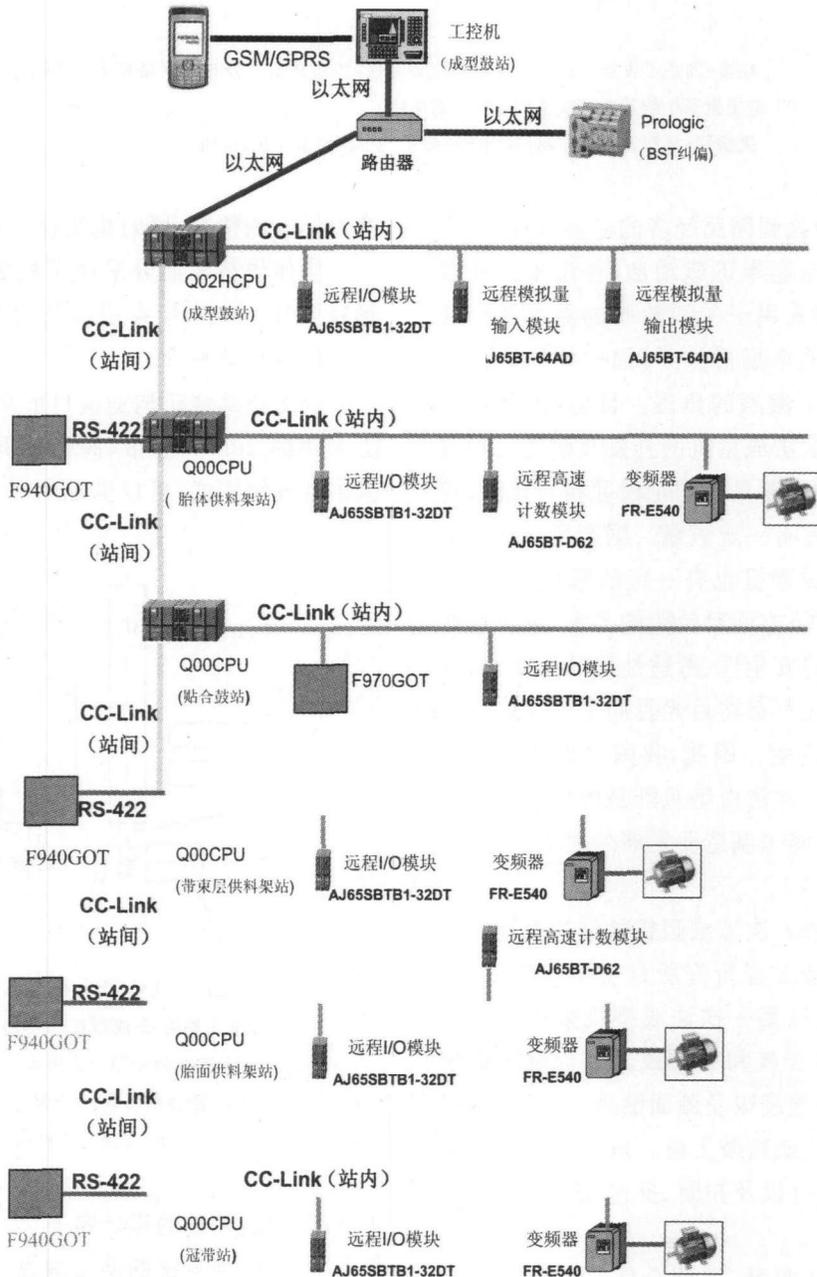


图 2 通讯网络简图

设备层网络同样使用了 CC-Link通讯协议。远程 I/O站、远程设备站(变频器、远程高速技术模块)以及远程智能设备站(远程 A/D D/A模块)构成了各个分站内部的子网,各分站 CPU通过对远程 I/O扫描进行数据交换。远程控制的分站中的应用,使得硬件搭设思路更加清晰,电气柜至设备的接线更加简洁。各变频电机亦通过 CC-Link通讯模块 E-5NC挂在子网中,做到了实时调速,同时可以根据需要实时调整变频电机的加减速时间,使得控制更加灵活。各个分站均配有中型或小型触摸屏,触摸屏 A970GOT作为一个从站加挂在贴合鼓站的子网中,其余各分站均配备一个 I940GOT通过 RS422与 CPU通讯。各个触摸屏负责本站的状态监控以及故障诊断,同时可以对本站的机械参数进行设定。

顶层网络由主站 CPU通过首次使用在工业上的以太网接口模块 QJ1 E71-100与主站人机界面、BSI控制器 ProLogic构成以太网。主站 PLC通过以太网实现了对纠偏数据的采集,并发出控制指令,二者的交互对话又通过以太网实时反映在主站人机界面中,操作人员可以根据设备运转以及物料的实际情况在人机界面中对纠偏参数进行灵活调整,以达到最佳的纠偏效果。主站人机界面选用无风扇高可靠性工控机,操作界面使用专业组态软件制作,具有强大的配方功能,所有规格参数在配方中生成,并通过以太网、CC-Link传送到设备各个功能环节,使得在生产过程中更换规格的工作十分简单、轻松。

另外,主站人机界面还具有短信功能,能够实时将设备状况(如故障报警)、生产状况(如班产量等)以短信方式发送到相关人员(设备维护人员、生产管理人员等)的手机中。

2.2 伺服系统的应用

轮胎的高安全性、良好舒适性除了需要先进的轮胎工艺,同时也需要各个生产环节良好的精度保证,在成型工序对伺服系统的引入大幅提高了生胎成型的精度。

该台设备中共使用了 14套伺服电机,各层半成品料的定长电机均为伺服电机,保证了自动定长的精度。在控制上选用三菱 μ SB系列驱动器,通过总线 SSCNET与定位模块 QD75M连接,相比使用集电极开路接线方式的 QD75P接线更

加简单,布线更加整洁。三菱伺服系统可以实现定位控制、速度控制、速度—扭矩控制等多种控制方式,具有圆弧插补、多轴同步定位(最多为 3轴)等高级定位功能,控制灵活多变,适应被控对象的不同要求,调试手段也更加丰富,是使设备达到最佳运转状态的必要条件。以下几个例子体现了伺服系统在该台设备中应用的特点:

1. 动态打压由纵向及横向两个伺服电机完成,由于两个伺服轴在同一个定位模块中,故能够采用其圆弧插补功能,完美拟合胎面及胎肩曲线,同时彻底消除静态打压造成的气泡现象,大幅提升了轮胎合格率;

2. 预复合料及帘布定长在使用伺服电机的同时,使用独立的旋转编码器反馈传送带的实际运转长度,实现了双闭环控制,使得物料定长精度进一步提高;

3. 冠带条缠绕使用两套伺服系统双头缠绕,满足了高品质乘用车轮胎的工艺要求,也避免了因冠带缠绕造成的节拍延长;

4. 传递环的控制使用了伺服电机的速度—扭矩控制。在以往的传递环控制中,有使用双速电机带摩擦片的方式,控制简单,但设备长时间的运转会造成摩擦片的磨损,需要定期的维护;也有采用气缸进行定位的方式,但这种方式无法避免因气压不稳定造成的定位不准。伺服电机速度—扭矩控制方式的引入,避免了以上缺陷,通过触摸屏设定其堵转力矩的大小,使得传递环在贴合鼓区以及成型区靠住死挡的力矩恒定,定位稳定可靠,保证了轮胎成型的精度,亦简化了机械结构。

2.3 人机界面特点简介

从图 2中可以看出,设备全机共使用了 6个人机界面,每个站各配备一个,各分站触摸屏负责本站的状态监控、故障诊断和机械参数设定,主站人机界面则可以对全局变量进行监控和修改,并承担规格参数的生成和下载。

主站界面的制作使用了最新的国产组态软件,其图形多样、画质清晰,更具有动画制作的功能,实时反映鼓肩、助推盘、动态压辊等部件的当前位置,使得界面更加友好。界面切换通过下菜单触摸按钮实现,包括各种手动操作画面、自动/半自动运行画面、参数设定画面、故障诊断画面以及主界面浮动报警等。在手动操作模式下,对按

钮进行了软件化操作,即使用两个功能开关、一个功能按钮,对不同界面下的不同机械部件实现相应的功能操作,使得操作面板十分简洁、一目了然,改变了以往大量安装选择开关、按钮以及指示灯的状况,从而简化了电气接线,减少了因接线繁多造成接线错误而带来的不必要的麻烦,也减少了操作按钮的损坏率。

2.4 轮胎行业先进技术的应用

LCZ-PI型半钢子午线轮胎一次法成型机实现了物料的自动定长、自动裁断以及自动贴合等功能,自动化程度较高,另外,还体现在自动纠偏系统以及超声波裁断的应用上。

2.4.1 BST自动纠偏系统的应用

在整台设备中,共使用了 4套纠偏系统,其中

带束层、公用模板分别使用了 3套应用 CCD数码照相技术的纠偏系统,并通过 CAN总线与纠偏控制器 Prologig通讯(如图 3所示)。另外,内衬层上料纠偏采用红外传感器检测物料边缘,使用 ekPI0 COM60进行独立的纠偏控制。通过 BST纠偏系统自带的触摸屏 ProTouch可以对预复合料、帘布以及带束层纠偏的偏移量分别进行设定,并且可以通过设定带束层尖端长度等参数实现对带束层的分段纠偏,以达到最佳的纠偏效果。这些纠偏参数还可以通过以太网在主站操作界面中进行修改。

在物料导开时,采用机械定中,并应用 BST自动纠偏系统,使得物料贴合精度更高,也在很大程度上提高了轮胎质量和生产效率。

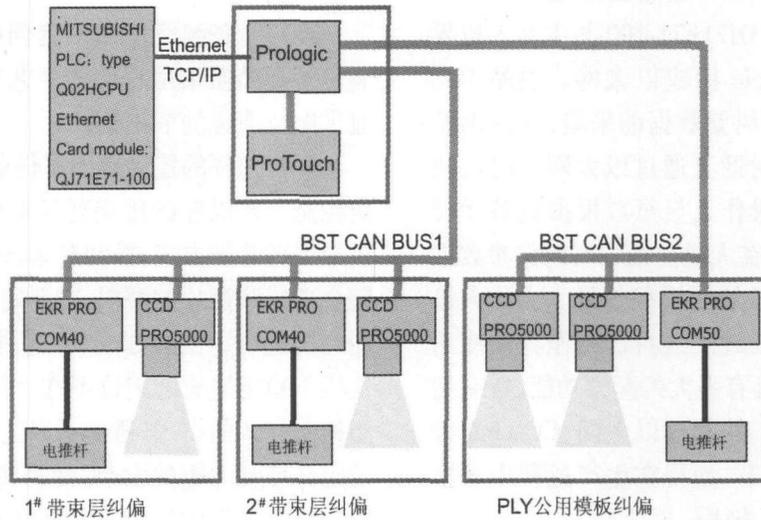


图 3 BST自动纠偏系统简图

2.4.2 超声波裁断的应用

目前,圆盘刀裁切仍然广泛应用在国内半钢成型机中,但圆盘刀裁切产生的切口呈条纹切痕以及存在胶末等问题始终无法避免,不能满足当前先进轮胎工艺的要求。预复合料以及胎面的裁切引入超声波裁断技术,选用美国 BRANSON公司的 2000 bdc超声发生器以及 120mm钛合金铲刀,解决了这一技术难题,获得了平滑的切割断面,保证了高品质轮胎的工艺要求。

自动纠偏系统以及超声波裁断等先进控制技术的引入,为设备的电气控制系统注入了强大的活力,延长了其生命力。

3 结语

北京航空制造工程研究所自主研发的 LCZ-PI型半钢子午线轮胎一次法成型机已交付用户使用,目前运转状况良好。作为国产橡胶机械工业中首台半钢子午线轮胎一次法成型机的应用,我们要坚定不移的走自主研发的道路,同时要继续学习国内外先进轮胎成型技术,使其工艺和设备的设计理念持续进步。

我们有理由相信,在不久的将来,通过自主研发的国产半钢子午线轮胎一次法成型机一定能够为中国半钢子午线轮胎的发展做出更大的贡献。