

四辊压延机联动线张力控制系统的改造

滕国兴

(荣成国泰轮胎有限公司 264300)

摘要 分析了进口钢丝/纤维两用四辊压延机联动线压延张力不稳定的原因,提出了以张力反馈环替代位置反馈环为最外层控制环的解决方案并付诸实施。实际运行结果表明,改造后的系统压延张力控制精度比原来有了很大提高。

关键词 张力控制,压延机

压延质量好坏直接影响着轮胎成品的质量。对压延联动线的一个主要要求是各张力区分布合理、张力值稳定且符合工艺要求。我厂于1992年开始使用美国Bolling公司的S型钢丝/纤维两用四辊压延机,该设备压延纤维帘布的最大线速度为 $70\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$,压延钢丝最大线速度为 $30\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ 。投入运行以来,一直存在压延主张力在压延速度变化或者负载性质发生变化的情况下较长时间内难以稳定的问题,从而严重影响了压延质量。

本文分析了压延联动线张力控制系统的工作情况,找出了造成压延张力不稳定的主要原因,并对设备进行了改造,使之满足了工艺要求。

1 张力控制系统的组成及工作原理

我厂现用压延联动线可分为5个张力区。其中主张力区最大张力可达 $20\ 200\text{ N}$,主张力区又可分为压延主机前和压延主机后两部分,两部分在调节原理上一致。下面的论述仅以压延主机后为例。压延主机后张力调节装置可分为3大部分:液压浮动辊装置、液压设定调节装置、张力显示装置。液压浮动辊装置有一 $304\text{ mm}\times 1\ 727\text{ mm}$ 的浮动辊筒,辊筒的位置由实际张力及液压站液

压力决定,整套装置最大可存储 3 m 长的帘布,装置上方及下方均有一个限位开关,以保证系统由于特殊原因造成系统失调时能进行限位安全保护。液压设定调节装置有一无斜坡信号比例控制放大器,并配有压力比例溢流阀的液压站。调节控制柜上的电位器,使放大器比例输出控制溢流阀,从而使液压力均匀可调,满足不同材料和工艺所要求的不同张力。张力显示装置主要由传感器及放大仪表组成。压力传感器输出信号的大小与帘布张力大小成正比,该信号经过放大输出 $0\sim 10\text{ V}$ (直流)的信号并以数字形式显示在主控柜上。整套张力调节装置互不干扰、相对独立。通过液压设定调节装置可改变液压站压力,从而改变浮动辊位置。

压延张力主要是由两台电机传动速度差值的大小决定的,因此电气系统对张力的调节起决定作用,要求各电机速度能够根据联动线速度自动进行统调,根据实际张力自动进行微调。

Bolling公司的两用四辊压延机联动线的电气系统采用美国Reliance公司的分布控制系统DCS5000,它是一集驱动调节、可编程程序控制器、过程控制器为一体的产品,网络及I/O通讯采用同轴电缆连接,大大简化了设备的安装并节省了费用,还包含有完善的故障诊断功能并使硬件功能软件化。DCS5000系统提供3种编程语言来完成不

作者简介 滕国兴,男,33岁。硕士。1989年毕业于哈尔滨工业大学航天学院电子工程专业。已发表论文2篇。

同功能:梯形图语言、软件控制块语言和增强性 BASIC 语言。梯形图语言主要用于机器逻辑控制、联锁、时序控制和故障锁定等功能的编程;软件控制块语言是实现某一控制功能的软件模块,各种控制块进行组合再配以

相应的参数便能完成诸如速度调节、位置控制等功能;增强型 BASIC 语言主要用于屏幕显示、键盘定义、故障报告、打印数字符号、数据处理及外设联系。

图 1 为压延张力控制的原理图。

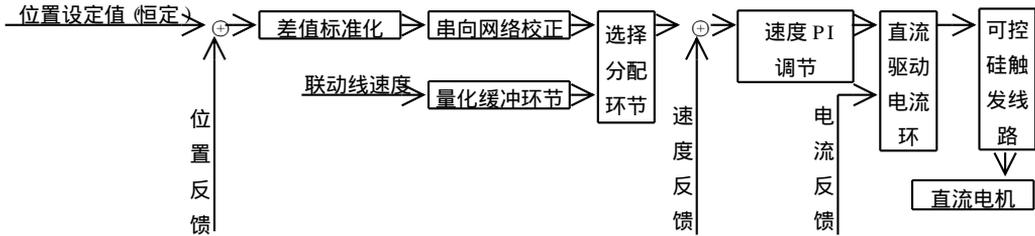


图 1 压延张力控制系统原理图

从图 1 可见,该系统由 3 层反馈环构成,从里向外分别是电流反馈环、速度反馈环及位置反馈环,是一位置随动跟踪系统。

位置反馈信号取自压力调节装置上的解析器,解析器转子激励信号输出为定子相位相互正交的两个正弦信号。实际上解析器是将转子的机械角位移转换成输出电压相位移的角度-相位变换器,是一个旋转变压器。位置反馈信号通过 Resolver 输出板 57C411 及计算机处理转换成数字信号用以表示张力调节装置的位置,位置反馈 Resolver 信号与位置设定值差值输出,再转换为 0~4 095 范围内的标准信号输出,经串向网络校正后,与联动速度共同作为速度环的设定输入。该输入与电机速度负反馈相比较后,差值经速度 PI 调节作为电流环给定输入,与电流负反馈共同作用于电流调节器,电流调节器的输出经触发装置使可控硅导通,电机在给定指令下稳定运行。在有外界干扰(如联动速度发生变化)时,经过速度环、电流环共同作用,使位置稳定在设定位置上。只有位置稳定后,张力才能稳定下来,整个过程如图 2 所示。

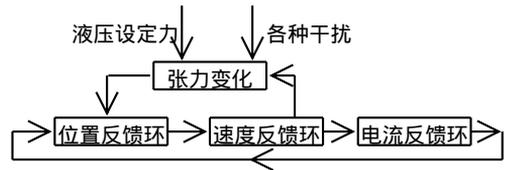


图 2 受干扰时张力的调节过程

经观察发现,即使位置相对稳定,压延张力仍在大约 2 000 N 的范围内缓慢变化,从而严重影响了压延质量。因此说明设定位置环为最外层反馈环是系统张力不稳的主要因素。我们的目的是张力稳定,而不是位置稳定,因此我们在原设计程序的基础上进行了改进,以张力控制环为最外层控制环,位置反馈作为张力浮动辊位置的监视,以防由于参数设计不合理造成浮动辊在两个极端位置。改造后的张力控制原理如图 3 所示。

整套系统的改造可分为硬件及软件两部分。

(1) 硬件部分

在原硬件的基础上加入两块 Reliance 双模拟输入板 57C409,57C409 输入电压为 0~10 V,线性度为 ±0.025%,精度为 ±10.000 V ±2%,热漂移为每摄氏度 0.015%。两块板分别插在主控柜系统框架第 11 和 12 槽上。4 路输入模拟信号分别是前张力传感器

2 张力控制系统的改造

如果某些参数设定不当,会造成整个系统稳定时间较长,压延张力起伏不定。但是

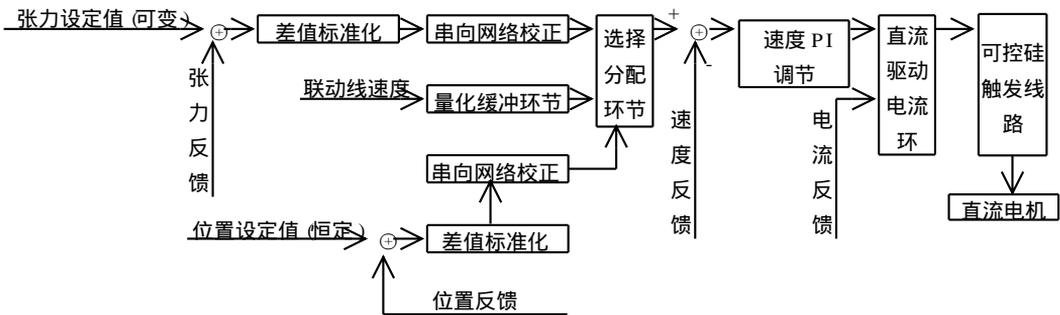


图 3 改造后的张力控制系统原理图

信号、前张力外设定电位器信号、后张力传感器信号及后张力外设定电位器信号。

(2) 软件部分

压延机应用软件可分为 6 部分 (A00 ~ A05), 各个部分之间通过网络通讯板 57C404 联络, 每部分软件的不同功能用不同编程语言来表示, 主控输入在程序 A00 中完成, 后张力部分在程序 A04 中完成。图 4 为改进后的程序流程图。

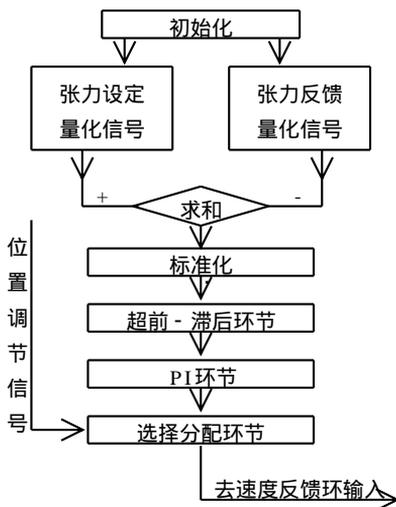


图 4 改进后的控制程序流程图

从图 4 分析, 各参数选择尤为重要, 如参数设定不当就会造成系统不稳定, 甚至振荡。实际张力值 sense1 % 输入到计算机转换为数字量 sensep %, 测试数据如表 1 所示。

比值 K 的均值 $\bar{K} = 1.32$ 。张力传感器修正系数 $POS-POS \% = 2\ 640 / 1.32 = 2\ 000$ 。后张力区最大张力为 20 200N, 电位器

表 1 sense1 % 与对应的 sensep %

sense1 %	sensep %	K
7 800	5 900	1.322
9 400	7 140	1.316
8 550	6 500	1.315
10 200	7 700	1.325

注: $K = \text{sense1 \%} / \text{sensep \%}$ 。

输入最大转换数字量为 4 064, 故设定张力修正系数 D % 值最大可取 $D \% = 4\ 064 \times 1\ 000 / 2\ 020 = 2\ 007$, 经实际调整为 1 800。

lead-lag 程序为滞后-超前串联校正网络程序, 其传递函数为 $(1 + S / WLD) / (1 + S / WLG)$ 。若 $WLD > WLG$, 则为超前校正, 反之为滞后校正。采用滞后-超前校正网络既可增加频宽提高快速性, 又可提高平稳性及稳态精度。根据系统特性, 须选择 $WLG > WLD$, 且 WLG / WLD 的值在 10/1 左右系统控制性能最佳。

lead-lag 程序之后为 PI 调节程序, 比例和积分的合理选择既利于系统的稳定, 又利于系统稳定后的精度。

3 系统测试

在系统参数设置完毕后, 我们针对几种典型的干扰进行试验, 以验证对系统的改造设计是合理的。

(1) 设张力值为 7 450 N, 改变压延联动线速度, 张力变化见表 2。

正精度为 $[(7\ 530 - 7\ 450) / 7\ 450] \times 100 \% = 1.07 \%$; 负精度为 $[(7\ 450 - 7\ 360) /$

表2 压延速度对压延张力的影响

速度变化范围/(m·min ⁻¹)	张力变化范围/N
36~42	7 390~7 500
42~47.5	7 410~7 530
47.5~28	7 360~7 460

7 450] ×100% = 1.21%; 工艺要求精度为 (±100/7 450) ×100% = ±1.34%。对比标准确认系统设计符合工艺要求。

(2) 设定张力值为 7 450 N, 联动线速度为 42 m·min⁻¹, 30 min 内张力的变化如下: 张力最大值 7 520 N, 张力最小值 7 390 N; 正精度为 [(7 520 - 7 450)/7 450] ×100% = 0.93% < 1.34%; 负精度 [(7 450 - 7 390)/7 450] ×100% = 0.81% < 1.34%。对比标准后可确认系统设计符合工艺要求。

(3) 设定帘线压延速度为 42 m·min⁻¹, 改变张力设定值(调节控制柜上设定张力电位器), 张力相应改变后的张力波动见表 3。

表3 张力设定值对张力的影响

张力设定值变化/%	张力变化/N	最大变化幅度/N
31	5 950~6 050	100
40	8 470~8 560	90
54	9 990~10 120	130

注: 张力设定值变化为控制柜上电位器的调整幅度。

以上不同张力设定值下实际张力最大变化幅度均小于 150 N, 符合工艺要求。

4 结语

通过对进口四辊压延机联动线张力控制系统硬件及软件分析, 找出了张力不稳的原因, 用张力控制环替代位置控制环为最外层控制环, 使压延张力能够稳定在工艺要求范围之内, 达到了改造设计的目的, 也相应地提高了轮胎产品的质量。

同时我们认识到, 任何现代化设备只有通过消化吸收及改造, 才能发挥其潜在的能力, 以便改进产品质量。由于生产任务紧迫, 整个改造过程只能在不停产的情况下进行, 因此仍有一些影响张力的因素没有根除, 今后继续改造的方向如下:

(1) 由于压力传感器只在压力辊一端有一个, 因此要求压力辊必须水平, 压力辊两端所承受的压力要均衡, 所压延帘线中心要始终处于压力辊中心。为了充分保证压延张力精度, 我们准备在压力辊另一端再加上一个同类型传感器, 两只传感器并联输出到放大器。

(2) 不同种类帘线, 不同种类的钢丝要求不同的张力, 主张力区在张力调节的同时, 前后储布器液压站液压力也必须同步调整, 方可使整条联动线张力合理且稳定。但液压力调整到什么程度, 仍待理论探讨, 实践摸索。

收稿日期 1997-10-19

BTR 登录普将帮助住友进入中国

美国《橡胶和塑料新闻》1997年12月1日7页报道:

BTR 登录普握有住友橡胶工业公司进入中国和南美的钥匙。

前登录普国际技术公司为登录普在非洲公司的研究开发工作服务, 并在承包合同基础上提供加工技术。在其用户中有中国重庆轮胎厂和辽宁轮胎厂。自从1996年住友开始向BTR 登录普提供直接技术支持以来, 它现在已间接参与了援建中国项目。

(涂学忠摘译)

今年汽车更新 35 万辆

今年全国将更新汽车 35 万辆, 比去年和前年增加 5 万辆, 这将是我国历史上更新汽车最多的一年。

据了解, 今年汽车更新实施方案分两块, 一是各省市, 二是军工部门。各省市(含当地中央企业)计划更新汽车 289 000 辆, 其中载货车 176 180 辆, 越野车 23 133 辆, 轿车 44 525 辆, 旅行车 24 350 辆, 其它车 20 812 辆。军工部门计划更新汽车 61 000 辆, 没有分车种。

(摘自《中国汽车报》, 1998-01-08)