

超高精度浮辊和张力的双回路控制器 ——Montalvo张力控制器的国产替代

Unwind Tension Controller for Dancer Input with Tension Indication —— Domestic Substitution of Montalvo Tension Controller

摘要：针对目前市场上张力控制器普遍存在的测控精度较差、功能单一、适用传感器类型少和PID参数无法自整定等问题，本文分析了国外浮辊和张力的双通道控制器的技术特点。对标国外高端张力控制器产品，本文重点介绍了国产替代产品的性能，国产张力控制器同样具有浮辊和张力的双回路控制功能，但由于每个通道都采用了24位AD、16位DA和双精度浮点运算，可以实现超高精度的张力控制，而所具有的PID自整定功能则使得操作更为快捷方便。

一、问题的提出

张力控制器主要应用于冶金，造纸，薄膜，染整，织布，塑胶，线材等设备上，是一种实现恒张力或者锥度张力控制的自动控制仪表，其作用主要是实现辊间的同步，收卷和放卷的均匀控制。一套典型的张力控制系统主要由张力控制器，张力读出器，张力检测器，制动器和离合器构成。根据环路可分为开环，闭环或自由环张力控制系统；根据对不同卷材的监测方式又可分为超声波式，浮辊式，跟踪臂式等。

典型的张力控制器主要由AD，DA转换器和高性能微处理器等组成，张力控制器与张力传感器和电气比例阀组成典型的张力控制系统。在具体张力控制过程中，张力控制器是根据张力传感器和A/D模式转换器测量到的张力与设定的目标张力相比较后，经微处理器PID运算自动调整D/A输出从而改变电气比例阀的输出压力来实现卷料的张力调节，可广泛用于各种需对张力进行精密测控的场合，具有使用灵活和广泛的适用性。

目前市场上有各种张力控制器，但在高精度张力控制过程中，普遍存在以下不足：

(1) 测量精度较低：普遍采用12位AD模数转换器，个别国外产品用了16位AD模数转换器，对于一些高精度的张力传感器输出显然无法准确测量，测量精度无法满足高精度控制要求。

(2) 输出精度较差：普遍采用12位DA数模转换器，个别国外产品用了14位DA数模转换器，对于一些高精度的张力控制显然无法实现。

(3) 浮点运算精度较差：目前市场上商品化张力控制器的PID运算基本都是采用单浮点方式进行，运算精度较差，从而使得输出百分比的最小调节量也只能为0.1%，根本无法进行电气比例阀输出压力的精细调节，进而无法实现超高精度的张力控制。

(4) 单通道控制：绝大多数张力控制器尽管可以实现如收放卷的扭矩控制，过程张力中的速度控制以及浮辊张力控制，但只能选择其中的一种控制模式。而个别国外的张力控制器产品，如Montalvo的Z4UI双回路控制器则能实现放卷扭矩和浮辊位置的同时控制。

(5) 传感器输入信号类型少：在各种张力控制中会采用到多种不同的传感器，如超声波探头，浮辊，电位器和激光等，这些不同传感器所输出的信号类型和量程有多种形式，但目前绝大多数张力控制器的输入型号类型非常有限。

(6) PID参数无法自整定：在有些张力控制过程中，需要准确无超调的PID控制，快速且自动的选择合适PID则显着尤为重要，但目前很多张力控制器并没有这项PID参数自整定功能。

针对上述目前张力控制器中普遍存在的问题，特别是为了实现超高精度张力控制以及相关控制器的国产替代，本文将对国外高端张力控制器技术特点进行分析，并对标国外产品介绍研发的新型浮辊和张力的双回路超高精度控制器产品。

二、Montalvo公司 Z4UI 双回路张力控制器技术特点分析

蒙特福Montalvo公司是国外著名的张力控制相关产品生产厂商，其最具特点的控制产品是Z4UI浮辊和张力的双回路控制器，我们将对标此张力控制器进行分析。

蒙特福Z4UI浮辊和张力的双回路控制系统结构如图1所示，控制器内置了张力指示器，能够同时检测浮辊电位计信号和张力的检测信号，从而提供高精度的张力控制。它集成了浮辊吸收缓冲张力波动的功能和张力检测器精确、稳定的检测优势，通过渐进式“Progressive”PID控制电路调节放卷制动器的转矩输出，保持浮辊臂的位置不变来实现张力控制。模拟式张力表显示卷材的张力大小，操作员可直接监视张力稳定性，并根据张力表显示的实际卷材张力，来调节浮辊臂上的载荷从而保持理想张力。

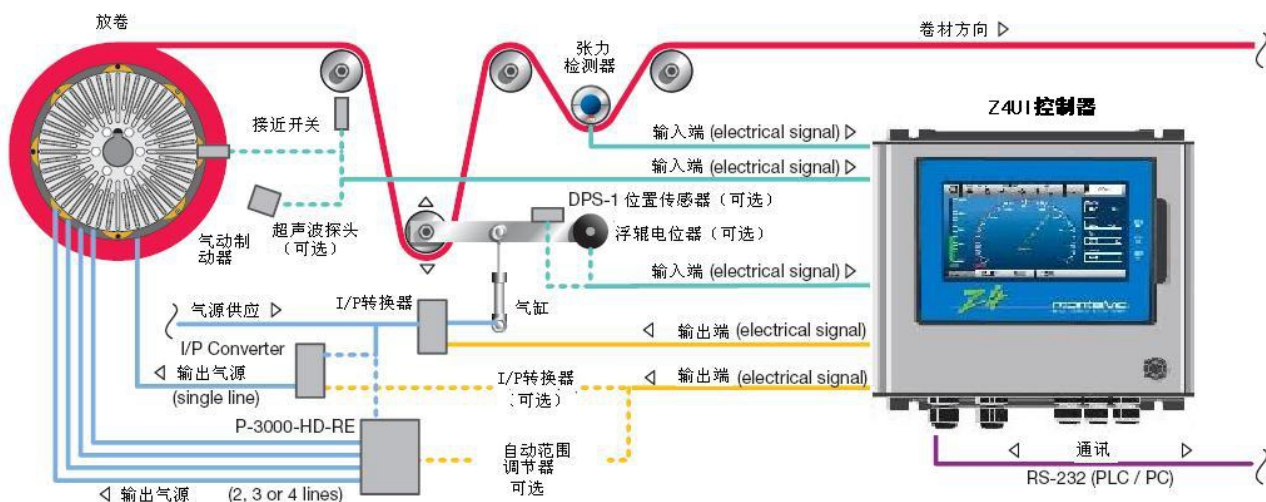


图1 Z4UI双回路控制器在浮辊和张力的控制系统中应用的结构示意图

由此可以看出，蒙特福Z4UI控制器是个典型的双回路闭环控制器。其中一个回路是通过检测浮辊位置信号（DPS-1位置传感器或浮辊电位器）来控制第一个电气比例阀（I/P转换器）压力输出，以此来调整气缸位置将气压转换成扭矩输出达到张力调节。另一个回路通过检测卷径信号（接近开关或超声波探头）来控制第二个电气比例阀（I/P转换器）压力输出，以此来调整放卷位置达到张力调节。由此可见，蒙特福Z4UI双回路控制器是通过同时对两个变量的检测和控制来实现高精度的放卷调节。

蒙特福Z4UI控制器的另外一个特点是采用RS-232与上位机（PLC或PC）进行通讯，采用控制软件进行所有操作，减少了人工界面操作的复杂程度。

三、国产双回路超高精度张力控制器

从上述蒙特福Z4UI双回路张力控制器技术特点可以看出，双回路张力控制器的核心技术内容就是一个非常典型的双通道PID控制器，张力的控制则是采用外置传感器实现电气比例阀的串级形式的PID控制，因此，双回路张力控制器的技术特征就是双通道的电气比例阀串级PID控制。基于此分析，结合我们在真空压力方面进行电气比例阀超高精度串级PID控制的成功经验，我们可以将通用型的VPC-2021系列PID调节器（单通道和双通道）应用于张力控制中，由此可完全实现蒙特福Z4UI双回路张力控制器的替代。

VPC-2021-2系列双通道PID调节器是标准形式的工业用控制器，具有96×96mm、96×48mm和48×96mm三种规格，但其最大优点是具有超高精度检测和控制能力，其中具有24位AD模数转换、16位DA数模转换和双精度浮点运算能力，具备0.01%的最小输出百分比。用于张力控制的双通道超高精度PID控制器如图2所示，电气接线如图3所示，主要技术指标如下：



图2 VPC 2021-2系列双通道张力控制器

- (1) 真彩色IPS TFT长寿命LED背光、全视角液晶显示。
- (2) 独立双回路控制，每路控制输出刷新率50ms，双通道独立的输入和输出，双回路报警功能可以多功能应用，每通道都具备独立的PID控制功能，每个通道都可进行独立的手动和自动控制切换。
- (3) 万能型信号检测能力，即每通道都具备47种输入信号形式，仅需通过设置极可完成信号类型和量程选择，由此可满足各种规格和形式的张力探测器的引入。除了能测量各种张力传感器、位置传感器给出的模拟电压、电流和电阻信号之外，还可以测量各种温度传感器和压力传感器等各种信号，传感器输出端直接接入控制器并在控制器上进行选择即可使用。
- (4) 双通道独立控制输出，输出信号有线性电流、线性电压、继电器输出、固态继电器输出和可控硅输出五种形式，可用于直接驱动电气比例阀（或电子压力转换器）进行张力控制，也可以驱动各种阀门和加热器等执行机构进行真空度、压力和温度等参数的控制。
- (5) 支持数字和模拟远程操作功能，支持标准MODBUS RTU 通讯协议。
- (6) 采用自主改进型PID算法，支持对PV微分和无超调控制算法。5组PID存储和调用，10组输出限幅等实用功能。每个通道采用独立的PID参数，且可独立的进行PID参数自整定。

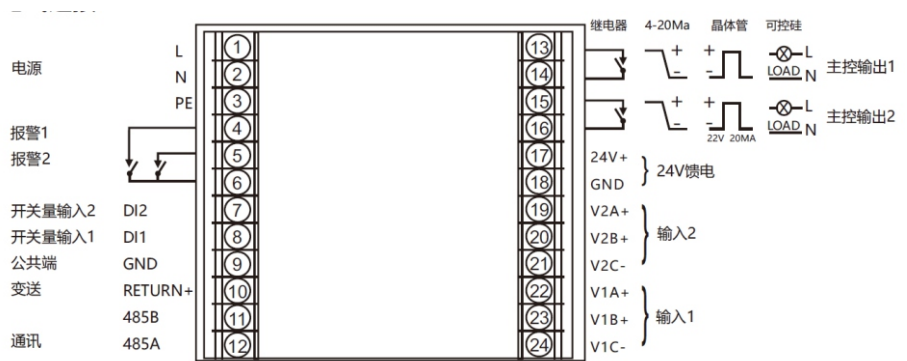


图3 VPC 2021-2系列双通道控制器电气连接图

- (7) 带传感器馈电供电功能 (24V, 50mA)。
- (8) 支持一路过程变量变送功能，变送的过程变量可选PV测量值、SV设定值、控制输出值和偏差值，变送输出类型有4-20mA, 0-10mA, 0-20mA, 0-10V, 2-10V, 0-5V, 1-5V七种。
- (9) 两组开关量光隔输入端，可以实现各种应用功能的灵活应用切换。
- (10) 随机配备强大的控制软件，可通过软件进行控制参数设置、运行控制、过程曲线显示和存储，非常便于过程控制的调试。

从上述国产控制器技术指标可以看出，国产VPC 2021-2系列双通道控制器的性能和功能要远优于蒙特福Z4UI控制器，并具有强大的拓展能力，完全可以实现对蒙特福Z4UI控制器的替代。