

# 非织造布高速分切机的电气原理设计简介

蒋文彬

中国恒天邵阳纺织机械有限公司 电气研究所(中国)

**摘要:** 分析了中国恒天邵阳纺织机械有限公司生产的非织造布高速分切机的工作原理,并针对其中的布面张力、收卷长度、成品布卷内径和外径压力等控制难点,提出了一套实用且可行的电气控制方案。

**关键词:** 非织造布; 高速分切机; 电气控制

## Brief introduction of electrical principle design of high speedslitter machine for nonwovens

Jiang Wenbin

Electrical Research Institute, Shaoyang Textile Machinery Co., Ltd.,  
China Hi-Tech Group Corporation, Shaoyang/China

**Abstract:** The principle of high speedslitter machine for nonwovens produced by Shaoyang Textile Machinery Co., Ltd. was analyzed and studied. Aiming at the difficult problems of fabric surface tension, winding length, inner diameter and outer diameter pressure of finished fabric roll, a practical and feasible electrical control scheme was put forward.

**Keywords:** nonwoven; high speedslitter machine; electrical control

新冠肺炎疫情暴发以来,非织造布市场不断扩大,非织造布生产线的产量、产能也在不断提高。中国恒天邵阳纺织机械有限公司(下称本公司)生产的3.2 m幅宽纺黏熔喷复合五模头丙纶非织造布(SSMMS)生产线的需求量日益增大,生产线的正常运行速度已高达800 m/min。

分切机是将布料切割成用户所需宽度的设备,是该生产线后处理部分最重要的设备之一,因此对分切机可靠性和性能的要求也越来越高。单模头、窄幅宽小型生产线配置的分切机普遍存在工作效率较低、生产时无恒张力速度控制、布卷松紧度无法调整致使内外卷布品质不一致等问题,本公司研发生产的高速分切机可有效解决这些问题。本文通过分析研发的该高速分切机的机械结构及电气原理,针对高速分切机运行过程中的重点、难点问题,提出了一套实用、可行的电气控制方案。

## 1 高速分切机机械系统组成

本公司研发的丙纶非织造布高速分切机主要由放卷电动机、导布电动机、1号收卷电动机、2号收卷电动机和压辊电动机组成。设备所使用的电动机均采用三相异步电动机带反馈旋转编码器配置,并通过西门子G120变频器驱动,各辊间可设定牵伸比,导布辊上配置有高精度张力传感器、油压液压站系统、可调节比例阀门、气路气动系统、气囊刹车、卷径测量和长度测量等,是一套全自动的生产设备。

## 2 系统流程

图1所示为高速分切机简易流程图。

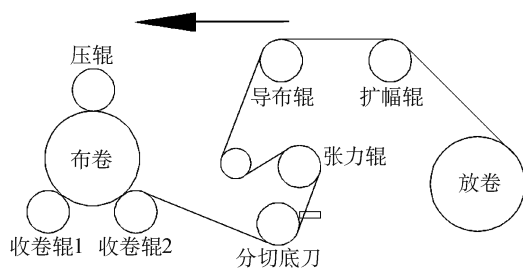


图1 高速分切机简易流程图

丙纶非织造布前纺生产线收卷机收卷成型的大布卷被放入分切机托布架上,第一次人工将布绕过扩幅辊、导布辊,再绕过带有张力传感器的张力辊,依次经过底刀辊、托布辊,收卷轴对纸管完成套纸管动作后将引布穿过收卷轴,压辊下压压紧后启动运行,布料在高速分切机上分切为指定宽度的布条后进行收卷,收卷完成后由摆杆推出送至接料小车,打包为满足客户所需幅宽及长度的小布卷。

### 3 电器控制的关键问题

根据以上分切工艺、工艺操作流程分析和实际调试经验,电气控制需要解决以下关键问题。

#### 3.1 生产时的布面张力

高速分切机运行时,由于需分切不同长度的布卷,故高速分切机将频繁启停,不断进行升速、降速运作。张力稳定是确保布卷质量的重要因素之一。稳定的张力有助于保证收卷布横向、纵向力保持一致,从而保证布卷横切面的平整光滑。

#### 3.2 分切长度

高速分切机在高速生产运作时,需要在接近设定长度时由最高速降至零速进行减速停机动作。在保证短时间内完成降速的同时,分切长度的精确性也是考量高速分切机性能的重要指标。

#### 3.3 收卷卷径和压辊压力的关系

压辊设计的目的是有效减少成品布卷跳动,但同时压辊也影响布卷内径和外径间松弛度的一致性。随着高速分切机的不断运行,收卷卷径逐渐增大,布卷自重也越来越大,此时压辊向下的压力也必须有所改变,以保证每批次布卷的直径一致。

## 4 电气控制方案

本公司研发的高速分切机的电气控制系统采用西门子 S7-300PLC 系列中的 CPU 314C-2PN/DP 作为中央处理器,此可编程逻辑控制器(PLC)具有高速计速口和集成的高速模拟量模块,具备高速计算处理功能;变频器采用高性能的西门子 G12O 系列;并配置有 0~80 mA 比例调节阀控制器等关键电气元件。针对第 3 节提出的关键电气控制问题,本公司的控制方案如下。

#### 4.1 布面张力

布面张力的建立由收卷机和放卷机的速度差决定,即当收卷机的运行速度大于放卷速度时就会形成一定的布面张力。张力大小采用 PID 闭环控制实时调整放卷机的速度来实现,本公司使用了伟伯康 SW5 数字张力控制器及张力传感器。首先在高速分切机设备初期调试时进行张力的校正,再进行合理的参数配置,并将张力传感器检测出的布卷张力通过测量量程转换成模拟量信号送入张力控制器进行 PID 运算,张力控制器再将控制输出转换成 0~10 V 信号接入放卷变频器的模拟量输入端子,放卷变频器的速度控制采用模拟量同变频器通讯给定量叠加的方式,其中模拟量叠加量通常设定为通讯给定值的±5%左右。每次分切机穿好布第一次启动时,收卷机和放卷机之间的布面是没有张力的,如果此时进行张力 PID 自动控制,必将导致收卷速度远高于放卷速度,迅速造成布面张力过大,而升速过程中的张力不稳,严重时甚至会造造成布面断,因而此时不能投入张力控制,张力控制器的输出值应保持为中间值,即 5 V 电压,此时收卷机与放卷机之间应采用设定的速度比(牵伸比)运转,当运行速度大于一定值后 PLC 才对张力控制器运行信号进行 PID 调节,由此进行程序编写就能在升速和降速过程中同时有效地避免张力不稳问题的发生。

#### 4.2 分切长度

高速分切机实现精准控制分切长度的电气及程序编写原理介绍如下。本公司生产的高速分切机收卷辊侧面配有一个同轴旋转盘,盘面上等分镶嵌有多个强磁力磁铁,由霍尔磁感应开关感应脉冲,脉冲信

号被送入 PLC 高速计数模块中,旋转盘旋转一周对应的是收卷机收卷辊周长的长度,因此通过 PLC 计算可获得实时收卷长度。此外,在 HMI 触摸屏上可以设置分切机减速速率,由于变频器速度是 PLC 通讯给定的,因此可通过 PLC 计算分切机由生产工艺速度降为零速时所需要的时间,这段时间收卷的长度称为降速收卷长度。由此可知,分切机开始降速的触发信号应满足下述条件:实时收卷长度 $\geq$ 设定长度-降速收卷长度,当满足该条件时,分切机开始按照设定斜率线性减速停车,并配合气囊刹车实现快速停车,从而确保最终收卷的成品布卷长度和设定的收卷长度间零误差,且具有减速时间可随时调整、精度高等优点,调试及操作人员的操作相当方便,极大地提高了生产效率。

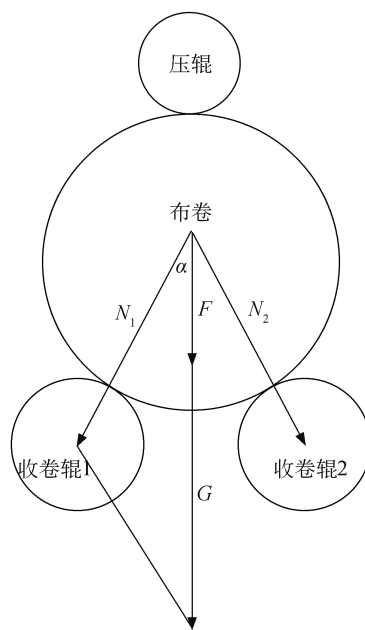
### 4.3 布卷内径外径压力

布卷辊与收卷 1、收卷 2、压辊间的压力受力分析如图 2 所示。在高速分切机不断收卷运行的过程中,由于布卷卷径不断增大,质量不断增加,布卷向下的自重重力( $G$ )也逐步变大。为使高速运行中分切机上布卷内径和外径之间布面的松弛程度一致,必须始终保持布卷对两个收卷辊的作用力  $N_1$ 、 $N_2$  一致。重力( $G$ )可以通过实时收卷长度及生产的非织造布的面密度计算获得,随着高速分切机的运行, $G$  不断增加,因此压辊压力( $F$ )需不断减小,其计算公式为: $N_1=N_2=F+G/2\cos\alpha$ ,由此可计算高速分切机在运行过程中所需要的压辊的实时下压力( $F$ )。

为了精确得到压辊的压力,本公司使用了比例调节阀控制器对液压站的比例阀门进行控制。液压站启动运行时,输出压力通过开关阀门的调整固定在 50 kg。比例阀门用来控制液压杆连接的压辊升降的力的大小,因此压辊压力就与比例阀门接收的模拟量信号成线性关系。通过现场压辊零压力悬浮测试,可以获得压辊悬浮时所对应的比例阀门控制器模拟量信号输出百分比。通过程序的编写,在实际生产中,先设定一定的起始压辊压力,随着分切机的正常运行,布卷重量不断增大,压辊压力会不断减小,最终达到布卷自重与压辊压力始终保持一致的预期效果。

### 4.4 其他功能简介

高速分切机还具有各个机械逻辑动作点动、电



$G$ —布卷自重重力; $N_1$ 、 $N_2$ —布卷对收卷辊的作用力;  
 $F$ —压辊压力。

图 2 高速分切机收卷端受力分析

动机单动点动、卷径测量显示、布面扩幅调整、提前落卷、人身安全保护、故障报警等电气控制功能。

## 5 结语

本公司开发的高速分切机电气控制系统由西门子 PLC 搭建组成,其具有可编程控制的特点,实现了实时监控、数据通讯、快速运算、快速响应等功能,是一种高速分切机自动化控制的解决方案。此套电气控制系统安全可靠、性价比高,已在本公司生产的高速分切机中成功运用,并得到了用户的一致好评。

### 参 考 文 献

- [1] 廖常初. S7-300/400 PLC 应用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [2] 刘锴. 深入浅出西门子 S7-300 PLC[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [3] SW5 数字张力控制器技术参考手册[Z].
- [4] SINAMICS G120 使用手册[Z].