

文章编号:1674-2869(2014)010-0071-04

# 纠偏系统在双向拉伸塑料薄膜生产中的应用

李雪明,童帮毅,赖福刚,杨正昊,马茗茗

桂林电器科学研究院有限公司,广西 桂林 541004

**摘 要:**在双向拉伸塑料薄膜生产过程中,纠偏控制系统极大地降低了横拉脱夹、褶皱、破膜、波纹抖动等问题的概率,实现了薄膜的高速、高效生产.综合国内外纠偏控制系统的应用情况,分别从动力装置、工作原理和控制方式等三个方面展开了分析.结果表明电液式动力装置兼机电式动力装置高精度和气动液压式动力装置运行平稳的优点;相较于定单边纠偏模式和对比纠偏模式,定中心线纠偏模式具有更高的稳定性和工作效率;在实际应用中纠偏控制系统的控制方式应兼有自动和手动两种,自动控制方式运用于生产,而手动控制方式运用于静态测试.在双向拉伸塑料薄膜生产过程中,纠偏控制系统需针对不同的薄膜工艺、材质及生产速度选取最优应用方案.

**关键词:**纠偏控制系统;双向拉伸塑料薄膜;横向拉伸机

**中图分类号:**TQ320.66

**文献标识码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2014.010.015

## 0 引 言

双向拉伸塑料薄膜(BOPF)是由双向拉伸(或称双轴取向)所制得塑料薄膜的总称,它需经化学、物理等手段,在低于薄膜熔点且高于其玻璃化温度的情况下对厚膜进行纵、横双向拉伸,最后在张紧状态下进行热定型处理而制得.其常用产品主要有:PP(聚丙烯)、PET(聚酯)、PA(聚酰胺)、PI(聚酰亚胺)、PS(聚苯乙烯)、PE(聚乙烯)等等.随着人们对其优良的物理、化学和机械性能等特性的认识的逐步加深,双向拉伸薄膜近年来已在电子、塑料包装等行业得到飞速的发展<sup>[1]</sup>.

国内已有万吨生产线近百条,且都向着宽幅、高速两方面进行研发,国外已在开发设计速度高达 1 000 m/min 的生产线<sup>[2]</sup>.由于生产过程复杂,工艺条件要求较高,因此横向拉伸机(TDO)的链铗能否及时夹合住高速运行的薄片是生产的关键性问题.只有当两侧链铗同时同步夹边,夹边均匀且夹持力适中时,膜片才能平整输送<sup>[3]</sup>.为实现理想夹膜则应保证膜片宽度与两侧链铗距离相等,否则就会出现脱夹、褶皱、破膜、波纹抖动等现象,使得生产无法进行,损失较大.为了解决这一问题,横拉机需安装一套纠偏控制系统,也称作边位控制系统(EPC).本文将结合多年来国内外横拉机设计及使用经验,对双向拉伸塑料薄膜 EPC 控制系统的结构原理及其应用进行归纳和对比,分

析其优缺点,以供读者更好的选择使用,促进双向拉伸塑料薄膜的生产.

## 1 工作原理

EPC 装置安装于薄膜生产线的 TDO 入口,用于准确跟踪膜边的位置,其工作原理可以简化为一个闭环控制环:自动纠偏的出发点是横拉入口薄膜的当前位置,由一个或多个传感器扫描薄膜的当前位置,并将其传输给控制器;控制器对测得的实际位置和设定的位置作比较,如果两者之间存在偏差,控制器将传输一个纠偏信号给驱动器;驱动器快速驱动 TDO 入口的轨道,使其及时跟踪上膜边.如此循环,EPC 系统一直驱动轨道做往复运动,从而不发生脱夹现象.

## 2 结构及分类

根据 EPC 系统动力装置的不同,一般可分为机电式、电液式、气动液压式和磁性式 4 类.

机电式 EPC 系统结构原理如图 1 所示,主要由三大部分组成:传感器、控制器、机电驱动器.

电液式 EPC 系统结构原理如图 2 所示,主要由五大部分组成:传感器、控制器、电液伺服阀、电液动力装置、液压驱动器.

气动液压式 EPC 系统结构原理如图 3 所示,主要由四大部分组成:传感器、气动液压伺服阀、气动液压动力装置、液压驱动器.

收稿日期:2014-10-08

作者简介:李雪明(1981-),男,广西桂林人,工程师.研究方向:双向拉伸塑料薄膜设备设计研发及工程技术工作.

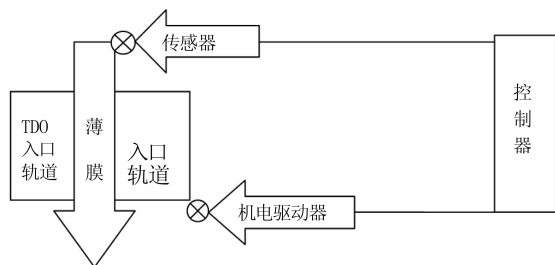


图 1 机电式 EPC 系统结构原理图

Fig. 1 The electromechanical EPC system structure diagram

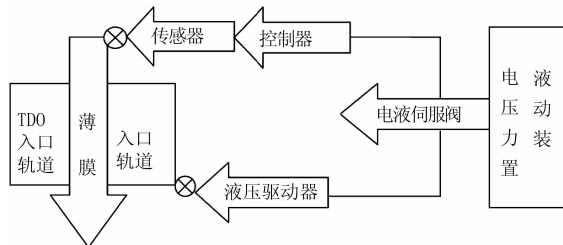


图 2 电液式 EPC 系统结构原理图

Fig. 2 The electric hydraulic EPC system structure diagram

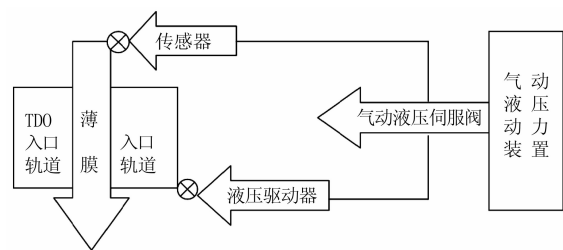


图 3 气动液式 EPC 系统结构原理图

Fig. 3 The pneumatic hydraulic EPC system structure diagram

磁性式 EPC 系统尚处在试验阶段,主要是德国布鲁克纳公司在应用<sup>[4]</sup>,国内尚缺乏相关资料,目前国内外双向拉伸塑料薄膜生产线所使用的主要是以上 3 种。

这 3 种控制系统结构大同小异,其中均包含有传感器,它又可以分为红外线传感器、反射式红外线传感器、超声波传感器、数字传感器、气动传感器、激光传感器、摄像式传感器,其中机电式和电液式主要以红外线传感器和超声波传感器应用最多<sup>[5]</sup>。机电式和电液式 EPC 系统还有一个控制器,此类控制器操作简单,功能强大,在薄膜高速生产时,具有极高的动态响应水平和检测精度<sup>[6]</sup>,不仅能实时监控,还能实现远程控制。

机电式 EPC 驱动主要依靠电动推杆,它设备简单、反冲小、免维护;它是由控制器直接驱动,所以具有最灵敏的动态响应性能,其典型的精度误差小于  $0.002\text{ s}^{[7]}$ 。但是,此类推杆主要是靠皮带、丝杆或者齿轮传动,在装配误差、长期磨损等情况下,其使用寿命不及气动液压式和电液式 EPC 系统。气动液压式 EPC 系统主要依靠气动液压伺服阀控制油缸驱动,最大特点是运行平稳。与机电式

EPC 驱动不同的是,它是通过气动传感器来跟踪边膜位置,将探测后气压信号直接反馈到气动液压伺服阀<sup>[8]</sup>。因为薄膜离气源口有一段距离,所以动态响应精度不如机电式控制方式。再者,其所使用的液压油在杂质污染等情况下会堵塞油路,因此维护频率较高。电液式 EPC 系统则综合了这两种控制方式的优点,利用红外或超声波传感器实现精准探测,通过控制器将信号反馈给电液压伺服阀,实现控制器的精准控制<sup>[9]</sup>。不仅避免了气动传感器动态响应水平不够高的缺点,还保留了气动液压式运行平稳的优点,但同样也存在油路杂质问题。

### 3 工作模式

纠偏模式的选择取决于客户的工艺要求,主要的纠偏模式有以下几种(见图 4):

- ① 薄膜定单边纠偏:使用一个传感器,根据薄膜的左侧或者右侧边缘进行纠偏;
- ② 薄膜定中心线纠偏:使用两个传感器,根据物料的中心线进行纠偏,又可以分为固定定中心纠偏和移动定中心纠偏;
- ③ 薄膜对比纠偏:使用一个传感器,依据一条连续或者不连续的线对比进行纠偏。

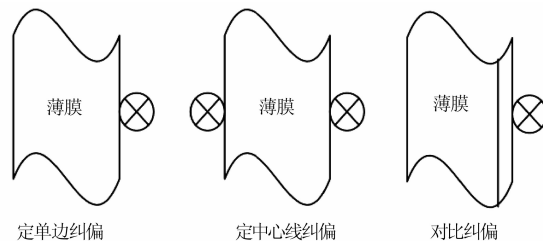


图 4 纠偏模式

Fig. 4 The correction mode

定单边纠偏只能探测到一侧薄膜的边缘变化,当纵向拉伸机出来的薄膜宽度发生变化时,便不能保证 TDO 入口处的膜片与两侧的链夹距离相等,因而会难以实现理想状态下夹膜<sup>[10]</sup>。对比纠偏则需要有一条对比线才能准确跟踪探测,相比另两种探测方式费时又费力。定中心线纠偏则能始终保持 TDO 入口处薄膜宽度的稳定性,两侧链夹点准确、同时同步夹边,夹边均匀、夹持力适中,进入 TDO 的膜片保持输送平整,利于后续拉伸区的晶粒拉伸取向。因此,大多数双向拉伸塑料薄膜生产线均采用定中心线纠偏模式。

### 4 控制方式

EPC 系统的控制方式有自动控制和手动控制两种,一般是两者兼有。所有薄膜生产线的 EPC

控制在生产时均采用自动控制方式,手动控制方式主要用于静态测试系统运行状况,以便及时发现问题。

以气动液压式 EPC 系统为例,其控制流程如下:其动力系统有一台一直处于工作状态的双轴电机,连接着油泵和气泵,保证控制回路的气压和油压<sup>[11]</sup>。在自动控制方式下,薄膜边缘正好挡住气动传感器气源口一半时,可使分别由气动传感器和自动控制阀加载在气动液压伺服阀上的气压保持平衡状态,气缸处于静止,TDO 入口处的两侧导轨也保持相对静止,链铰正常夹膜。当薄膜移动时,挡住气动传感器气源超过一半的一侧,会使得气动传感器加载在气动液压伺服阀上的气压变大,压力失衡,自动控制阀气压推动气液伺服阀工作,控制用液压油的运行方向改变,使得轨道向外侧运动,同时通过回路闭锁阀防止液压油反流,以保证轨道运动中的稳定,从而保证两侧夹点与膜边距离相等,实现理想夹膜。而另一侧气动传感器检测不到薄膜时,气液伺服阀会向相反的方向动作,最终使轨道向内侧运动。如此重复,实现对边膜位置的实时跟踪,保证 TDO 入口的顺利夹膜。

在手动控制方式下,直接通过手动控制阀的气压方向,从而推动气液伺服阀动作,对系统的运行情况进行测试<sup>[12]</sup>。

## 5 结 语

纠偏控制系统在双向拉伸塑料薄膜生产线上的应用无疑是成功的。它极大限度的降低了横拉脱夹、褶皱、破膜、波纹抖动等问题的出现概率,实现了薄膜的高速、高效率生产。现在,市场上生产的纠偏控制系统五花八门,包括了各种结构类型和模式。客户应根据不同的薄膜工艺、材质以及生产速度,综合本文列举的各类系统的优缺点,选择合适的纠偏控制系统,以便更好的促进双向拉伸塑料薄膜的生产。

## 致 谢

感谢武汉工程大学机电工程学院郑小涛副教授对本文提供的建议与帮助。

## 参考文献:

- [1] 尹燕平. 双向拉伸塑料薄膜[M]. 北京:化学工业出版社,1999.  
YIN Yan-ping. Two-way stretch plastic film[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 1999. (in Chinese)
- [2] 李贵华,李建新. 聚酯薄膜生产过程中“脱夹”因素分析[J]. 合成纤维,2005,34(12):43-45.  
LI Gui-hua, LI Jian-xin. The analysis of the factors of unclamping in the process of the polyester film production[J]. Synthetic Fiber, 2005, 34(12):43-45. (in Chinese)
- [3] 陶德旺. 薄膜横向拉伸中断膜原因分析[J]. 电力电容器,2005(3):39-40.  
TAO De-wang. The analysis of the broken of the membrane under the transverse tensile[J]. Power Capacitor, 2005(3):39-40. (in Chinese)
- [4] 曹福林,宫建华,梁现峰,等. 常用双向拉伸塑料薄膜的市场现状[J]. 塑料科技,2008,36(6):94-98.  
CAO Fu-lin, GONG Jian-hua, LIANG Xian-feng et al. The market situation of commonly used two-way pull secondary plastic film[J]. 2008, 36(6):94-98. (in Chinese)
- [5] 李清波. 双向拉伸生产线设备的常见问题及处理方法[J]. 中国科技信息,2005(14):121.  
LI Qing-bo. The common problems and treatment methods of the two-way stretch production line equipment[J]. The China Science and Technology Information, 2005(14):121. (in Chinese)
- [6] 张玲,张益伟,郝翠霞. 双向拉伸薄膜生产控制系统的研究与开发[J]. 南京工业职业技术学院学报,2011(2):19-22.  
ZHANG Ling, ZHANG Yi-wei, HAO Cui-xia. The research and development of product control system of biaxial-oriented film[J]. Journal of Nanjing Institute of Industry Technology, 2011(2):19-22. (in Chinese)
- [7] 李阳帆,蒋品群,李廷会,等. 双向拉伸薄膜厚度测控系统的设计和 MCGS 仿真[J]. 现代电子技术,2011(1):163-166.  
LI Yang-fan, JIANG Pin-qun, LI Ting-hui, et al. Design and simulation of a biaxially oriented polypropylene film thickness measuring and control system based on MCGS[J]. Modern Electronics Technique, 2011(1):163-166. (in Chinese)
- [8] 黄蒙. 薄膜卷材纠偏控制系统设计与研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2013.  
HUANG Meng. Design and research on control system of lateral position of moving membrane web[D]. Wuhan:Wuhan University of Technology,2013. (in Chinese)
- [9] 李清波. 双向拉伸机械问题及处理方法[J]. 塑料包装,2005(4):30-32.  
LI Qing-bo. Two-way stretch mechanical problems and treatment methods[J]. Plastics Packaging, 2005(4):30-32. (in Chinese)
- [10] HIDEAKI Ishihara, MIAKI Shibaya, NORI Yoshi-

- hara. Rheologyin Film Processing(1): High order Structural Change of Bi-axially Stretched Films during Two-Way Successive Stretching Process[J]. Journal of the Society of Rheology, 2005(3):266-273.
- [11] HIDEAKI Ishiliara, MIAKI Shibaya, NORI Yoshihara, et al. Small angel light scattering studies on biaxially stretched poly( ethylene terephthalate) films obtained by two-way successive stretching process[J]. Journal of Polymer Engineering, 2005,25(1): 81-95.
- [12] 何元亭,宋武. 双向拉伸薄膜生产线控制系统故障排除[J]. 设备管理与维修, 2007(3):28-29.
- HE Yuan-ting, SONG Wu. The troubleshoot of the control system of the two-way stretch film production line[J]. Plant Maintenance Engineering, 2007(3):28-29. (in Chinese)

## Application of correction system in two-way stretch plastic film production

**LI Xue-ming , TONG Bang-yi , NAI Fu-gang , YANG Zheng-hao , MA Ming-ming**

Guilin Electrical Equipment Scientific Research Institute Co. Ltd. , Guilin 541004 , China

**Abstract:** The probabilities of transverse unclamping, fold, film breaking and corrugated jitter are decreased significantly by the correction system in the two-way stretch plastic film production process, which improves film production with high speed and high efficiency. Synthesizing the foreign and inland application, the correction system was analyzed from the aspects of power plant, working principle and control method respectively. It shows that the electric hydraulic power plant has the high precision of electro-mechanical power plant and stable operation of pneumatic hydraulic power plant. The setting centerline mode is more stable and efficient than the setting one side mode and the contrast correction mode. The control mode of the correction system should be both automatic and manual in practical application, using the automatic control method in production and the manual control mode in static testing. In the two-way stretch plastic film production process, the optimal correction system should meet the requirements of the different film technologies, materials and production speeds.

**Keyword:** correction system; two-way stretch plastic film; transverse direction oriented machine.

本文编辑:陈小平