

# 新型磁力传动原理及结构在薄膜成型传动系统中的应用

葛廷南, 吕剑锐, 原宋强

(中材大装膜技术工程(大连)有限公司, 辽宁 大连 116000)

**摘要:** 新型磁力传动是磁力耦合原理的实际运用, 是通过磁场 N 极与 S 极耦合相互作用传递扭矩及动力的方式<sup>[1]</sup>。本文涉及的磁力传动方式是通过磁性联轴器中高性能永磁体的磁力将外部传动装置动力输出轴与上层辊、下层辊输入轴联接, 利用磁场可穿透一定的空间距离和物质材料的特性, 从而完成在密封隔离状态下进行薄膜成型装置辊筒内外部无接触机械能量传递及扭矩的同步传送过程。磁力传动原理<sup>[2]</sup>的实际运用及磁力联轴器的使用, 彻底解决了盛满工艺液槽内外部辊筒传动装置中动密封存在的有害物质工艺液泄漏问题, 保护了环境和生产安全。

**关键词:** 磁力传动; 磁性联轴器; 薄膜成型; 传动系统; 密封结构

**引用论文:** 葛廷南, 吕剑锐, 原宋强. 新型磁力传动原理及结构在薄膜成型传动系统中的应用 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(7):01-04.

**中图分类号:** TQ330.46

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-797X(2026)07-0001-04

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2026.07.001

随着磁性耦合原理的实际应用及磁力传动的兴起, 其在传动方面、密封方面的优越性日益彰显出来, 特别适用于要求力矩传递时主动与从动轴不直接接触、密封零泄漏的特殊生产场合。薄膜成型装置是特种薄膜(如: 微孔膜)冷却定型、漂洗成孔、挂浆等生产线的关键部件, 其主要作用是使经拉伸后的薄膜在成型工艺液中冷却定型、清洗成孔、挂浆涂覆, 实现其制品所需的特种工艺性能。由于一般工艺液均为挥发性强的有毒溶剂, 所以薄膜成型传动装置的结构设计尤其要考虑密封的可靠性, 本文就传统及新型传动系统传动原理机构及密封设计方面的优缺点进行如下讨论。

## 1 传统薄膜成型传动系统原理及密封结构设计

### 1.1 传动原理

传统传动系统<sup>[3]</sup>原理及结构详见图 1 所示, 其传动原理及过程如下:

减速电机(8)通过安装在上、下支架上 T 型转向器 I(7)、T 型转向器 II(9)及联轴器(6)、下层辊传动轴(5)、齿轮(3)将动力分别传入每一槽的上

层辊 I(13)、下层辊(2)。与此同时, 上层辊 I、下层辊通过链轮 II(11)、链轮 III(12)、链轮 IV(15)、链轮 I(4)将动力传递给上层辊 II(14)及其他下层辊, 实现各辊筒同步转动对薄膜进行输送。

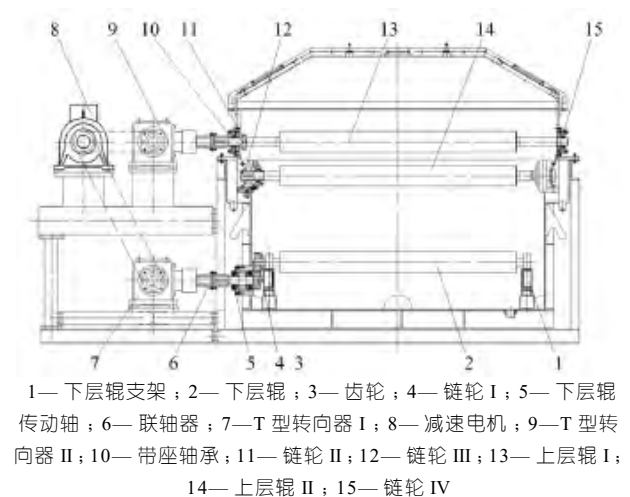
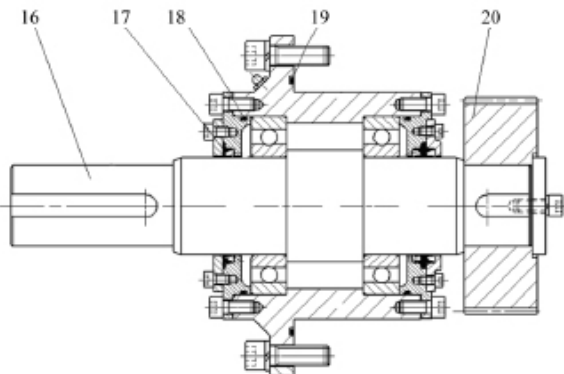


图 1 传统结构传动系统原理<sup>[3]</sup>及结构图

**作者简介:** 葛廷南(1980-), 男, 中级工程师, 主要从事安全环保、产品质量管理, 以及现场安装的施工管理等工作。

## 1.2 辊筒传动密封原理及结构设计

薄膜成型工艺液槽每一槽设一个传动轴装置(如图2),辊筒传动轴传动密封主要通过O形密封圈(18、19)进行端面及径向静密封、通过分设在工艺液槽内部、外部的骨架密封(17)对辊筒传动轴(16)进行动密封,防止成型工艺液渗漏到外界环境中造成污染<sup>[4]</sup>。



16—辊筒传动轴；17—骨架密封；18—O形密封圈I；19—O形密封圈II；20—齿轮

图2 传统辊筒传动轴密封设计原理及结构图

## 1.3 传统薄膜成型传动系统传动原理及密封结构设计优缺点

### 1.3.1 优点

- (1) 每槽一个传动轴装置,动力通过齿轮(序20)传递到下层辊筒,泄露点相对少。
- (2) 传动轴比较短,拆装方便。
- (3) 由于是齿轮传动,传动轴与辊筒相对独立,方便辊筒水平度及平行度调整。

### 1.3.2 缺点

- (1) 骨架油封对传动轴及轴承座的尺寸精度、形位公差、表面光洁度等加工精度要求高,若精度不够,会造成密封圈磨损快而泄露。
- (2) 装配过程中须严格注意保护密封面及密封唇口,装配不当会因密封面破坏导致传动装置工作过程中发生萃取液泄露。
- (3) 此结构为动密封,随着骨架油封的磨损、老化,均会引起泄露。

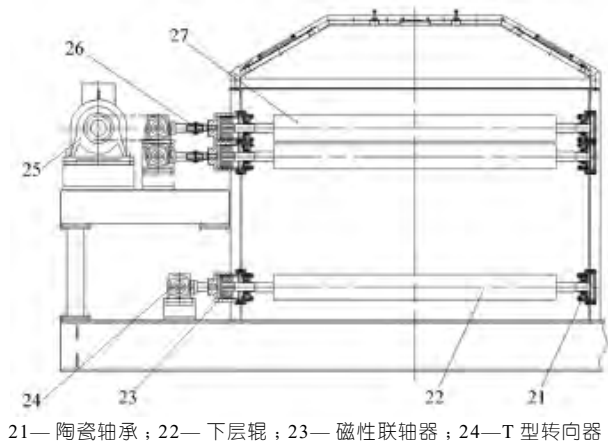
(4) 传统薄膜成型传动系统采用链轮链条、齿轮啮合等结构传动动力,传动过程冗繁复杂。此结构不可避免地造成传动效率、运转平稳性降低及各辊运转同步性较差,这些都会在成型输送过程中对薄膜造成不同程度的拉伸及其它缺陷。

## 2 新型磁力传动系统原理及密封结构设计

### 2.1 传动原理

新型薄膜成型传动系统<sup>[5]</sup>采用磁力传动原理及结构,即输入与输出无需直接接触,而是通过磁场N、S极耦合相互作用传递力矩及动力的柔性非接触式传动方式。磁力传动原理是一端稀有金属氧化物钕硼铁永磁体和另一端感应磁场相互作用产生扭矩,由此电动机和负载由原来的机械联接转变为磁联接。通过调节永磁体和导磁体之间的气隙(多在2~8 mm之间)就可以控制系统传递的扭矩及动力大小,从而实现负载转速的可调整、可控制、可重复变化。

新型薄膜成型传动系统是磁力耦合传动原理实际应用的具体例子。如图3所示,其传动过程如下:减速电机(25)通过安装在上、下支架上T型转向器(24)及滚子链联轴器(26)、磁性联轴器(23)将动力分别传入上层辊(27)、下层辊(22),实现上层辊、下层辊主动同步转动对成型薄膜进行输送,因工作环境为腐蚀性有机液体环境,需采用陶瓷轴承(21)对上层辊、下层辊进行双侧旋转支撑。新型磁力传动系统<sup>[2]</sup>主要是利用同轴磁性联轴器结构上磁力耦合作用,可无需链轮链条、齿轮啮合等直接的机械联接或机构,而利用磁场可穿透一定的空间距离和物质材料的特性,实现主动轴与从动轴不需直接接触便能进行力矩传递,将动密封化为静密封,实现工艺液的零泄漏<sup>[2~3][5]</sup>。



21—陶瓷轴承；22—下层辊；23—磁性联轴器；24—T型转向器；

25—减速电机；26—滚子链联轴器；27—上层辊

图3 新型磁力传动系统原理及结构

### 2.2 辊筒传动密封原理及结构设计

如图4所示,磁力传动由永磁性联轴器来完成。永磁性联轴器主要包括内磁环(30)、外磁环(28)

及隔离套(29)等零部件。动力输入端轴和外磁环联在一起,上/下层辊和内磁环联在一起,两者之间没有全密封的隔离套,将内、外磁环完全隔开,使内磁环处于萃取液之中,上/下层辊虽伸出萃取槽外,但与内磁环、隔离套、密封垫及萃取槽形成一个密闭静密封的单元,不存在原萃取槽传动装置中O形密封圈、骨架密封等形式的静密、动密封结构,变动密封为静密封,从而实现对萃取液的全封闭、绝对密封。

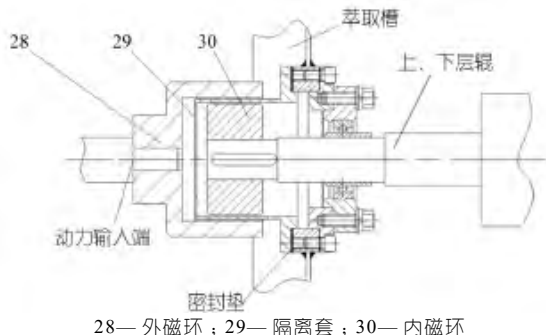


图4 同步磁性传动基本结构示意图

## 2.3 新型薄膜成型传动系统传动原理及密封结构设计优缺点

### 2.3.1 优点

(1) 传输能量和控制速度的能力不受减速电机、T型转向器等部分和上层辊、下层辊轴之间由于安装未对准而产生的小角度或者小偏移的影响。磁力传动允许较大的安装对中误差,允许较大的轴对心偏离与轴线角度偏离,极大的简化了安装调试过程,彻底消除热膨胀对安装对中性的影响,并且排除了因此产生的运转振动问题。

(2) 通过磁性联轴器,上层辊、下层辊的输入扭矩总是等于减速电机的输出扭矩,因此减速电机只需要产生负载所需要的扭矩,降低系统运行费用,节能环保。

(3) 由于没有机械联接,可避免振动或突变的动力传递,使整个系统的振动问题得到有效降低,实现上层辊、下层辊的同步平稳工作。

(4) 安装空间小,结构紧凑,体积与重量相对较小,故障点相对较少,可靠性较高。相对于普通的机械传动装置而言结构简便,易于装卸、维修和调试,既可减小设备维护的难度和劳动强度,又可提高设备的工作效率。

(5) 减速电机转动过程中,磁性联轴器可以在一定范围内通过调整内、外磁环间隙大小,达到不同的

扭矩传递和速度传递的要求。

(6) 利用磁力传动的绝对密封特性,将动密封转化为静密封,可以做到对萃取剂的零泄漏。

### 2.3.2 缺点

(1) 受永磁材料温度提高到一定程度会不同程度退磁的影响,磁力传动装置不宜在较高温度下工作,因此对散热要求较高。而磁性联轴器工作过程中既存在因隔离套产生严重“发电”效应而产生的涡流损失,又存在滑差损失,所以发热必然较大,受结构限制至今磁性传动的散热问题还没有得到很好解决。

(2) 磁性联轴器中的永磁材料属于脆性材料,当转速达到一定程度后,受离心力的影响,当材料强度不足以抵抗离心力时,必然造成损坏,这无疑使其使用线速度受到限制,制约了其一定的使用范围。

(3) 磁性联轴器全部用价格昂贵的永磁材料及其他较贵金属材料制造,这可能使成本和售价提高。

(4) 磁性联轴器中永磁材料受时间、温度等因素影响,在一定时间可能出现磁衰变现象。

## 3 结束语

新型磁力传动原理及结构在薄膜成型传动系统中的应用,通过采用同轴磁性联轴器传动,解决了工艺液槽内外的辊筒动力输入、输出轴直接接触而产生轴心对中困难、密封不可靠等问题。新型磁力传动结构在薄膜成型生产过程中,主要实现了以下功能:首先,保证上层辊、下层辊均为主动辊,且同步运转,防止薄膜输送过程中出现微观拉伸变形及其它成型缺陷;其次,采用磁性联轴器,传动密封结构简单,易于制造和装配,使用寿命长,将传动中的动密封转化为静密封,彻底解决了因密封件的磨损、老化、安装等问题而出现的工艺液泄露问题,可实现动力的零泄露传递,整体密封效果好,可防止在正常生产过程中出现萃取剂的跑冒滴漏等现象,实现真正意义上得零泄漏,有利于保护环境。

磁性耦合原理在薄膜成型新型磁力传动系统中的应用,解决了实际生产中存在的工艺液泄露、传动精度低等问题,通过用户使用,取得了良好效果。

### 参考文献:

- [1] 赵光中. 磁力传动技术与设备 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [2] 赵光中. 磁耦合传动装置理论与设计 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.

- [3] 成大先. 轴及其连接. 机械设计手册(第5版·第2卷)[M]. 北京: 化学工业出版社. 2008.
- [4] 成大先. 润滑与密封. 机械设计手册(第5版·第3卷)[M]. 北京:

- 化学工业出版社. 2008.
- [5] 吕剑锐, 赵树奇, 袁园. 等. 新型辊筒传动装置: CN109775420 B[P]. 2020-06-23.

## Application of the principle and structure of a new magnetic drive in the film forming drive system

Ge Tingnan, Lv Jianrui, Yuan Songqiang

(Sinoma Large-Scale Membrane Technology Engineering (Dalian) Co. LTD., Dalian 116000, Liaoning, China)

**Abstract:** The new magnetic drive is a practical application of the magnetic coupling principle, which transfers torque and power through the coupling interaction between the magnetic field's N and S poles. The magnetic drive method discussed in this paper involves connecting the power output shaft of an external transmission device to the input shafts of the upper and lower rollers through the magnetic force of high-performance permanent magnets in a magnetic coupling. Leveraging the characteristic that magnetic fields can penetrate a certain spatial distance and material, it achieves non-contact mechanical energy transfer and synchronous transmission of torque inside and outside the rollers of a film forming device under sealed isolation conditions. The practical application of the magnetic drive principle and the use of magnetic couplings have completely solved the problem of harmful process liquid leakage in the dynamic sealing of roller transmission devices inside and outside the process liquid tank, protecting the environment and production safety.

**Key words:** magnetic drive; magnetic coupling; film forming; transmission system; sealed structure

(R-03)

## 拓斯达拿下第十二届年度技术创新产品奖

Topstar wins the 12th Annual Technology Innovation Product Award

2026年6月5日,第十二届恰佩克奖评选结果正式揭晓,拓斯达凭借具身智能产品,获评年度技术创新产品奖。

恰佩克奖(CAPEK)作为机器人领域极具影响力的行业奖项,聚焦机器人全产业链技术与产品评选。本次获奖,标志着拓斯达在具身智能方向的产品落地成果获得行业评审认可。

依托多年工业自动化与机器人技术积累,拓斯达持续推进具身智能技术在工业场景的落地探索。目前,拓斯达已构建起“场景+机器人+数据+AI”商业闭环。在实际应用中,“小拓”已在注塑后段自主完成无人机桨叶分拣、检测和摆盘等工序;在CHINAPLAS 2026展会上,拓斯达展出的智能注塑+人形机器人方案,整线人工成本直降60%,1人可管控5~10台设备,大幅降低企业运营成本。

立足“让工业制造更美好”的企业理念,拓斯达将继续坚守客户导向,深耕研发,推动具身智能机器人真正走进工厂,实现规模化落地。

为持续推动具身智能落地,助力企业实现柔性生产升级,现在点击链接报名,即可获得拓斯达专属行业经理一对一咨询服务,速享具身智能进厂解决方案。

摘编自“拓斯达科技”

(R-03)