

# 高透风率风分仓内输送装置的设计

周梦雪, 张 露, 李 澄\*, 陈红春

红塔烟草(集团)有限责任公司玉溪卷烟厂, 云南 红塔

收稿日期: 2025年9月17日; 录用日期: 2025年10月19日; 发布日期: 2025年11月20日

## 摘 要

为提高打叶复烤过程中风分仓的透风率与风场均匀性, 本文设计了一种高透风率风分仓内输送装置。通过分析现有循环网带结构风阻大、透风率低的问题, 提出了三种改进方案: 变孔结构、百叶窗翻转结构及异形链传动结构, 并从透风率、结构复杂度和改造成本等方面进行对比。最终选用异形链传动方案, 实现了输送网带在下部完全打开、上部闭合承载的功能, 显著提升透风率。经实际调试, 该装置运行可靠, 有效优化了风场分布, 增强了烟叶浮选效果, 降低了能量损耗, 为解决叶片分离不彻底问题提供了可行的技术方案。

## 关键词

机械设计, 透风率, 链传动, 风分网带, 打叶复烤

# Design of a Conveying Device for High-Permeability Air Separation Chambers

Mengxue Zhou, Lu Zhang, Cheng Li\*, Hongchun Chen

Yuxi Cigarette Factory, Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Hongta Yunnan

Received: September 17, 2025; accepted: October 19, 2025; published: November 20, 2025

## Abstract

To improve the air permeability and airflow uniformity in the air separation chamber during tobacco threshing and redrying processes, this study designed a novel conveying device for high-permeability air separation chambers. By analyzing the limitations of existing circular mesh belt structures, which exhibit high air resistance and low permeability, three improved solutions were proposed: variable-aperture structures, louver-flipping mechanisms, and specialized chain transmission systems. These designs were evaluated based on permeability, structural complexity, and

\*通讯作者。

文章引用: 周梦雪, 张露, 李澄, 陈红春. 高透风率风分仓内输送装置的设计[J]. 仪器与设备, 2025, 13(4): 548-555.  
DOI: 10.12677/iae.2025.134067

retrofitting costs. The specialized chain transmission system was ultimately selected, achieving complete opening of the conveying mesh belt at the bottom while maintaining closed loading capacity at the top, significantly enhancing permeability. Practical tests confirmed the reliable operation of this device, which effectively optimizes airflow distribution, improves tobacco leaf flotation efficiency, reduces energy consumption, and provides a viable technical solution for addressing incomplete leaf separation.

## Keywords

Mechanical Design, Air Permeability, Chain Drive, Air-Separation Mesh Belt, Threshing and Redrying

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在烟草加工业中,风分打叶复烤的核心环节,张森[1]等人的研究表明,透风率是影响打叶复烤风分效率的重要参数之一,提高透风率能够显著提升风分效率。对于其影响效果的论述,该文已有详细论证,本文不再赘述。然而,目前针对既提高透风率又能保证仓内风场均匀的内部运输设备的结构设计仍相对有限。张照德等人[2][3]提出的风抛式风分模式,浮选风直接进入上仓体,避免了风阻的损耗,但是这种结构由于风进入仓体内较晚,导致仓内风场的分布主要集中在上仓体上部,中下部较为集中,对于风分效果有一定的影响。内部采用振动设备进行输送避免了循环链板结构下层对风阻的损耗,但是振动输送设备具有一定的局限性,单位面积流量较为小,速度较慢,前端流量较大的情况下,振动设备承载物料面就会形成阻碍风阻的因素。对于风分效率的提升具有一定的阻碍性。

王献友[4]提出了一种新型高效节能打叶风分机组,利用网带替代原承载网板,一定程度可以降低风阻,笔者亦验证过该方案,确实对效率提升有积极作用,然而其结构浮选风依然需要穿过两层网带,对于透风率依然存在不利结构。

本研究的目标是通过在王义行[5]技术人员的研究基础上设计一种可以实现近乎单层承载,进一步提升输送网带透风率的设备,从而提高烟叶的风选效果。

## 2. 方案构思与对比

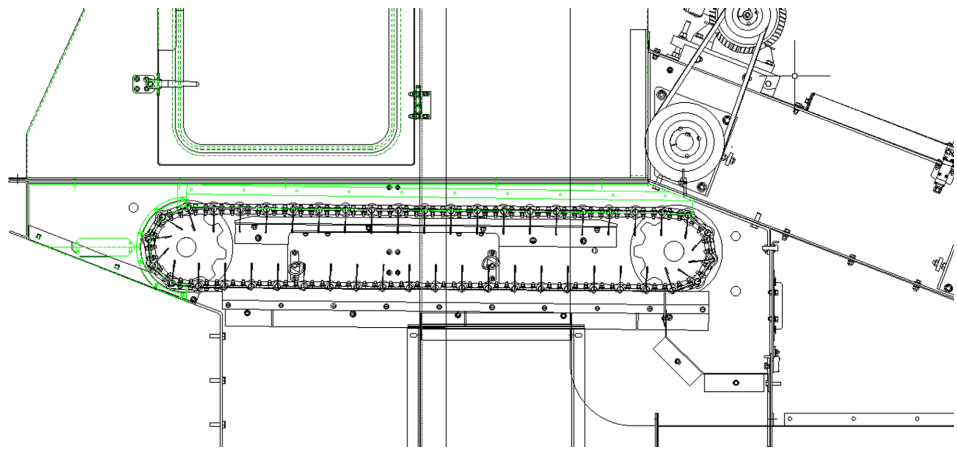
如图1所示,目前主流设备使用的方案依然是以循环网带为主,这部分的风阻主要在于网板的结构与悬浮风需要穿过两层网带,才能进入上层仓体,如果能够实现上层正常的承载功能具备,降低下层的风阻就能既保障输送功能不影响又能提高透风率。

### 2.1. 变孔结构

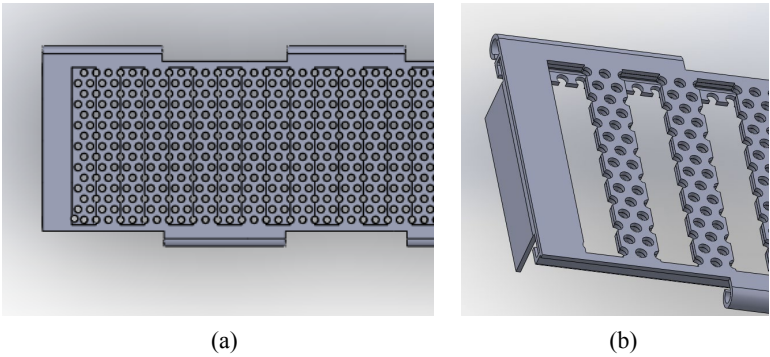
如图2所示的方案1,将承载网板改为变孔的结构,当网带的网板位于上方起承载作用的时候两块板共同构成密集孔,当运动至下方两块板互相对运动滑开,一半面积打开,提升下部网带的透风率。

### 2.2. 底部打开结构

为了最大化地提升底部的透风率,不妨设想有一种结构,底部直接是完全打开的。



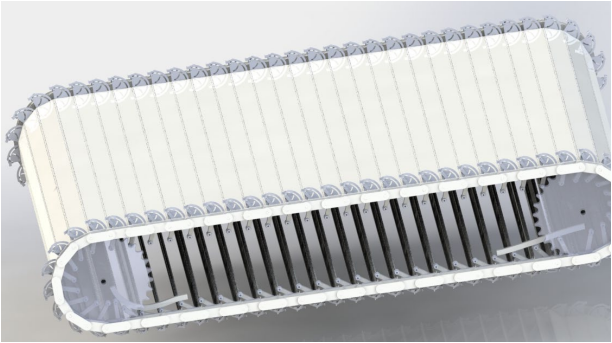
**Figure 1.** Circular mesh belt schematic  
**图 1.** 循环网带示意图



**Figure 2.** Adjustable-aperture plate. (a) Carrying surface; (b) Bottom sliding opening mechanism  
**图 2.** 变孔网板。(a) 承载面；(b) 底部滑动打开

**2.2.1. 百叶窗结构**

如图 3 所示的方案 2，讲网板设计为每一块都是独立的，当运动至下方的时候翻转竖直，使得下部网带几乎不存在风阻，类似百叶窗的结构，而进入上部又翻转为水平结构，形成承载面。

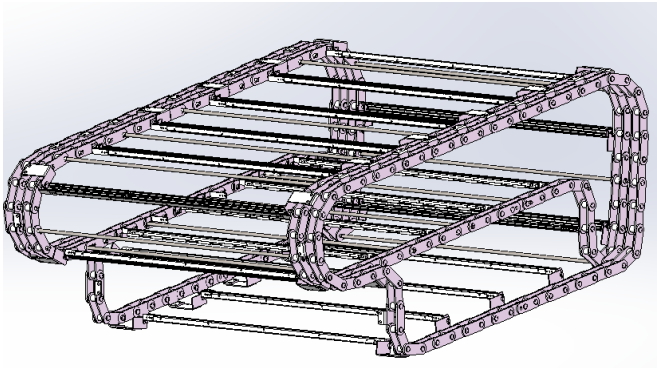


**Figure 3.** Flipping mesh plate  
**图 3.** 翻转网板

**2.2.2. 异形链传动结构**

如图 4 所示的方案 3，通过链条结构的重新设计，实现两条链条同速运行，局部形成行程差，从而实

现一片链板在运行过程中，运行至下部时候竖直，运行至上部时候再次通过行程差形成闭合网面。



**Figure 4.** Chain drive opening mechanism  
**图 4.** 链传动打开结构

### 2.3. 方案对比

上述几个方案均可以实现底部打开，上部封闭实现运载与透风率提升的效果。各存在一些优劣。

方案 1 优势：对于现结构改动不大，整体改动成本较低。劣势：透风率提升不足，在原基础上大致提升 50.00%。

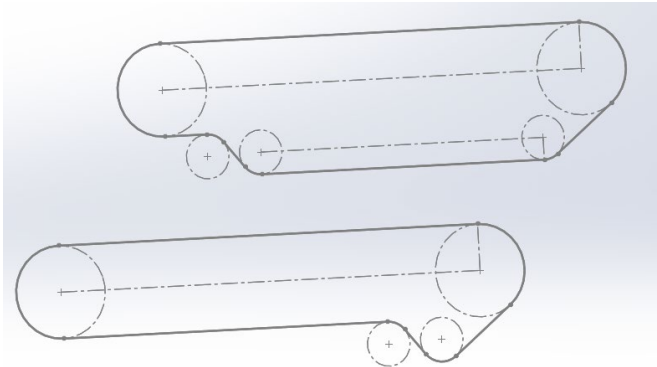
方案 2 优势：对于现结构改动不大，透风率较方案 1 提升较高。劣势：翻板后维持结构较复杂，改动较大。

方案 3 优势：透风率提升明显，可采用跨链节的方式，采用编织网作为承载面，进一步提升透风率，结构简单。劣势：较原结构变动较大，存在不稳定因素。

## 3. 整体结构设计

### 3.1. 传动结构设计

如图 4 所示，整个结构传动由链传动为主，主要设计轮系即可。如图 5 所示，主要设计点为内链长度与外链的长度需要一致，同时要使得竖直时候链板的前端线先往下运动，在后端的链板到达时候二者在垂直面上几乎处于同一垂面，这样就实现了网面的竖直，在后端即将进入上部承载面的时候，后端的链板需要向下运动使得前端的链板能够在水平方向上超越后端，重新形成先后链板结构从而实现承载功能。



**Figure 5.** Inner-outer link path layout  
**图 5.** 内外链运行轨迹设计图

需要注意的是，行程上链条的下移角度跟爬升角度应该一致，尤其爬升位置，二者需要在同一位置才能实现重新与其他链板实现啮合密封。故而链条运行轨迹内外链在转角位置需要设置的角度一致，张紧机构的设置也必须在同一位置，这样才能实现内外链同时张紧，而不至于由于张紧链轮位置调整导致链条的运行前后行程存在差异，从而导致最终啮合时候的行程差异无法顺利啮合。

同时链条轨迹同时决定了链条的长短，链条轨迹长度必须使得链条节数为偶数，这样才能够实现链节前后端的一一匹配。最好是根据设备的大小最先确定出所有链轮的大小、齿数，链条的型号，根据链条轨迹的运动中心在链轮的节圆上，根据链轮之间的切线轨迹，结合链节  $P$  值，通过调整大链轮之间的中心距  $a$  值，最终得到完整的链迹图。

3.2. 支撑结构设计

如图 6 所示，支撑结构需要考虑网链的重量及以后进入仓体维修踩踏所需要的支撑功能，同时还要考虑链条拉长后的调节问题。所以各个链条运行过程中远离链轮部分都需要支撑，同时为了与原风分设备进行结合，主体采用钣金构件作为支撑主体。

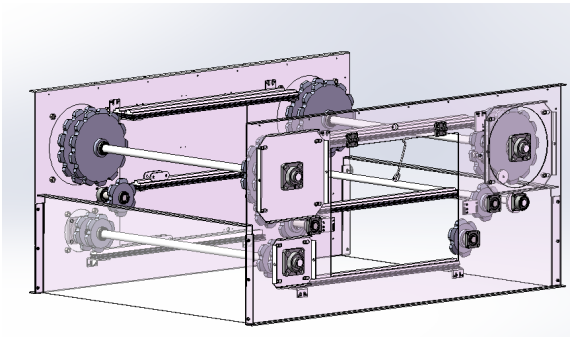


Figure 6. Integrated support structure  
图 6. 整体支撑结构

3.3. 防止夹烟的铰接结构设计

整体功能已能够实现所需要的，设备主要承载面运行至上部闭合，在下部打开，但是某些具体细节在实际运用过程中，也是需要考虑的。过链轮时如果两个虚拟接触的位置开口过大，将会存在夹烟的情况。为此采用如图 7 所示的铰接的结构避免夹烟情况的产生。

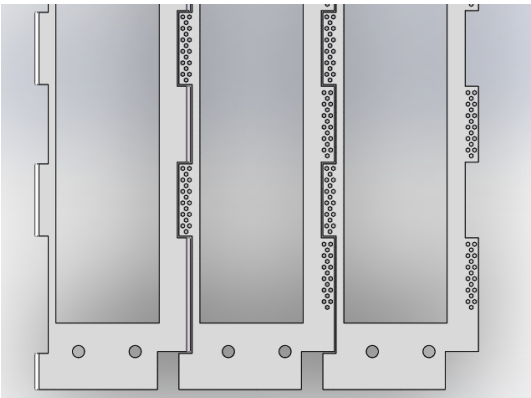
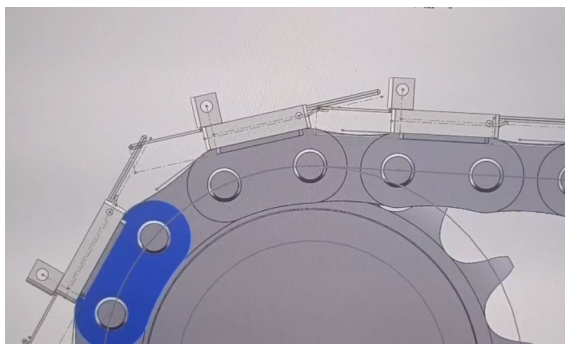


Figure 7. Pseudo-articulated structure  
图 7. 虚拟铰接结构

铰接结构的设计要点在于支撑结构要使得网板的铰接中心与链节的销轴中心重合, 否则将产生如图 8 所示的网板搭接口位置张口过大, 从而出现夹烟的情况。



**Figure 8.** Offset configuration of articulated plate and chain pin center

**图 8.** 铰接板中心不在链节销轴中心情况

同时需要考虑网板的支撑强度是否足够, 这里本文不再进行论证, 如图 9 所示, 直接采用原结构的支撑结构厚度, 从而保证结构强度。主要需要考虑的是网板过长其厚度产生的结构强度是否能够支撑烟片使得网板的挠度在可接受范围内。



**Figure 9.** Original mesh plate structure

**图 9.** 原网板结构

### 3.4. 柔性网面设计

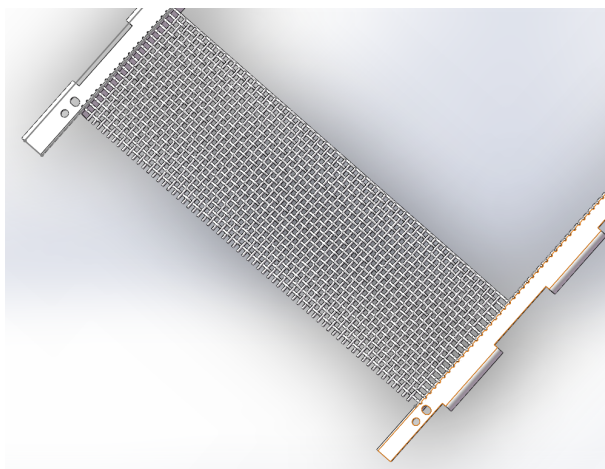
如图 10 所示, 为了实现网板的柔性运动从而贴合链条的运行轨迹, 实现整个啮合脱离功能, 采用钢板上压不锈钢网的方案作为承载网面。

### 3.5. 安装调试

在完成仓内输送装置的机械结构设计后, 进行可行性实际测试, 调试如图 11 所示, 同时观察机构的运行, 发现设备能够正常运行, 且能够实现下部打开, 上部闭合, 前后链节互相虚拟铰接的能顺利脱离、啮合。

### 3.6. 讨论

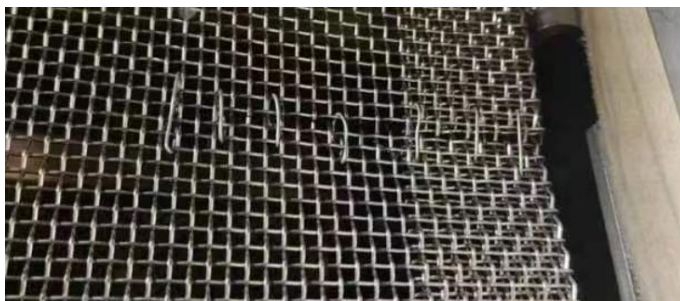
在调试后, 经过一段时间运行, 发现存在一些问题, 经过长时间的运行, 如图 12 所示, 不锈钢网



**Figure 10.** Mesh surface structure  
**图 10.** 网面结构



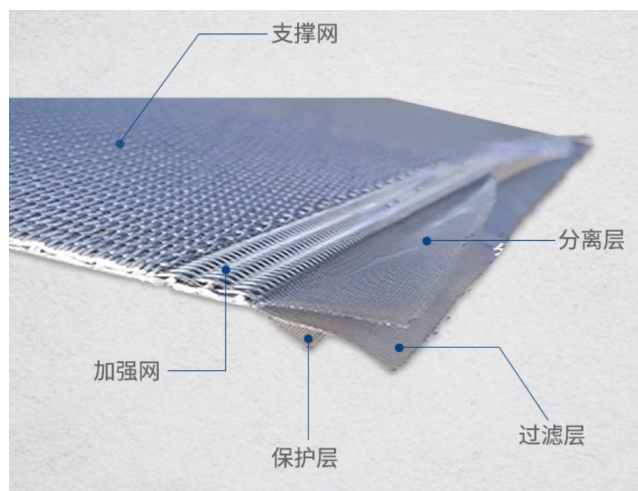
**Figure 11.** Commissioned equipment operational overview  
**图 11.** 调试后设备运行图



**Figure 12.** Steel mesh tensile tearing  
**图 12.** 钢网拉裂

出现部分断裂的情况。主要是翻转过程导致不锈钢网始终处于一个不断反复弯折的情况，超出其疲劳极限以后出现断裂。或是网面压的过紧，导致其在打开状态下，网面绷紧导致超出其屈服强度导致的断裂。

后续改进建议采用聚氨酯网面代替不锈钢网，或者采用类似图 13 所示的多层夹层结构，用疲劳强度更高的材质作为其加强层，采用不锈钢网作为其保护层，避开疲劳弯折运动部位，从而保障设备有效运行。



**Figure 13.** Composite layered structure

**图 13.** 复合层面结构

#### 4. 结论

通过高透风率风分仓内输送装置的设计，并且进行了可行性试验表明，结构设计合理，能够可靠有效的运行，顺利实现设计目标，为提升风分仓体输送装置透风率、优化风场分布，增强烟叶浮选效果，减少能量损耗，为解决叶片分离不彻底的问题，提供了有效的实际技术。

#### 参考文献

- [1] 张森, 李泓贤, 邹枚易, 等. 提升透风率对打叶复烤风分效率的影响[J]. 农业装备技术, 2025, 51(3): 10-13.
- [2] 红塔烟草(集团)有限责任公司. 一种振网式输送装置[P]. 中国专利, CN202311317968.2. 2023-12-12.
- [3] 红塔烟草(集团)有限责任公司. 一种风选系统及风选方法[P]. 中国专利, CN202311228545.3. 2023-12-08.
- [4] 云南烟叶复烤有限责任公司文山复烤厂, 云南吉星德亿科技有限公司. 一种提高风分效率并降低物料造碎率的风分工艺及装置[P]. 中国专利, CN201710066009.6. 2024-06-14.
- [5] 王义行, 主编, 苏州特种链条厂等, 编. 输送链与特种链工程应用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.