

# 内衬卷辅助上料装置设计

李南汐, 袁梦芳, 张松宇, 黄斯震, 蔡琦诗, 付文博

红塔烟草(集团)有限责任公司玉溪卷烟厂, 云南 玉溪

收稿日期: 2024年7月22日; 录用日期: 2024年8月27日; 发布日期: 2024年9月25日

## 摘要

烟用内衬卷换装上料时, 需要人工操作抬动内衬卷, 内衬卷较重、体积大, 不好搬动安装, 且该过程劳动强度较大、劳动量冗余, 使得工作效率下降, 容易出现操作失误, 存在一定安全隐患。针对现有生产工艺流程, 结合实际生产情况, 设计了一种内衬卷辅助上料装置。该装置使用方便, 通过对机架上的杆件及机械手的调节, 控制装置的运动方向和物料的抓取卸放, 从而完成内衬卷的换装上料过程。采用该装置辅助内衬卷的上料, 大大降低了人工劳动强度, 规避了可能存在的安全隐患, 优化了作业工序, 提高了生产效率。

## 关键词

内衬卷, 辅助上料, 机械手

# Design of Inner Liner Roll Assisted Loading Device

Nanxi Li, Mengfang Yuan, Songyu Zhang, Sizheng Huang, Yushi Cai, Wenbo Fu

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

Received: Jul. 22<sup>nd</sup>, 2024; accepted: Aug. 27<sup>th</sup>, 2024; published: Sep. 25<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

When replacing the inner lining roll during cigarette production, manual operation is required to lift the heavy and bulky inner lining roll for loading. This process involves high labor intensity, redundant labor, decreased work efficiency, potential operational errors, and safety hazards. To address these issues in the existing production process and based on actual production conditions, a device for assisting with the loading of inner lining rolls was designed. This device is user-friendly and controls the movement direction and material handling by adjusting the rods and

mechanical hands on the frame. It effectively completes the process of loading inner lining rolls. The use of this device significantly reduces manual labor intensity, mitigates potential safety hazards, optimizes work processes, and enhances production efficiency.

## Keywords

Inner Liner Roll, Assisted Loading, Manipulator

Copyright © 2024 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. 背景

作为工业生产活动不可或缺的一项工作，上下料的重要性不言而喻。虽然上下料的操作较为简单，但长期操作会造成劳动量冗余、工作强度大，使得操作效率下降，容易出现操作失误。由于多方面因素，部分上下料的操作依旧采取传统的人工方式，劳动生产率较低，同时存在安全生产隐患。结合实际生产情况，烟用内衬卷换装上料时，还需要人工抬动内衬卷，而内衬卷重量大、体积大，不好搬动安装，人工搬动费时费力，一般的上料装置不适用于内衬卷的上料，并且爪头需要通过电机控制，重量大。因此，有必要提供一种内衬卷辅助上料装置，重量轻，使用方便，能够轻松的进行内衬卷上料[1] [2]。

## 2. 结构设计

结合内衬卷辅料外形特点以及实际设备的生产情况，本次设计采用一种机械手装置实现对内衬卷的抓取上料，其中，机械手的各部分功能如下图 1 所示：

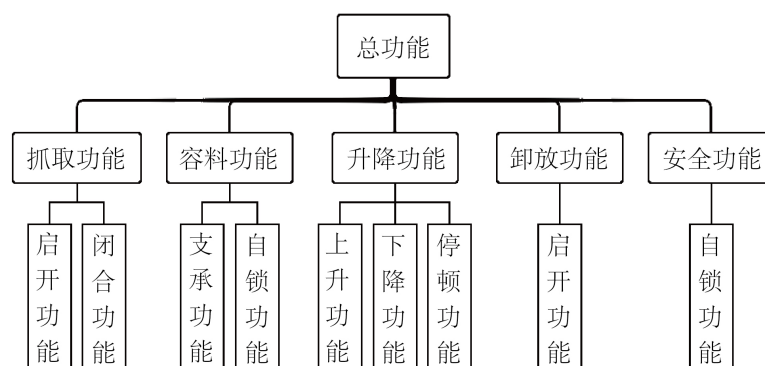


Figure 1. Schematic diagram of conveying damper

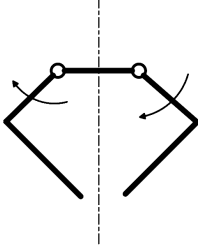
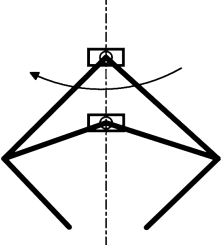
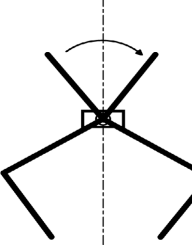
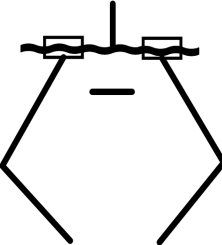
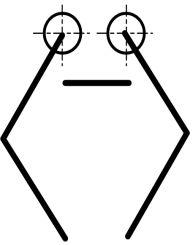
图 1. 机械手功能树

### 2.1. 设计方案

#### 2.1.1. 机械手启闭机构的设计

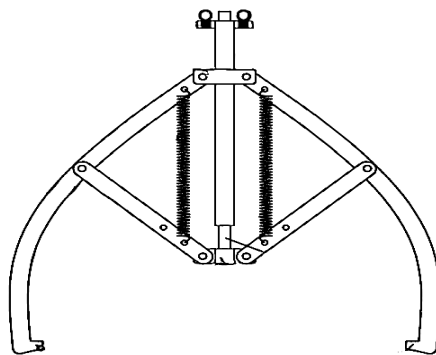
机械手的抓取作业是利用各种启闭机构来实现，启闭机构的动力源有多种[3]，实现机械手抓取作业的启闭机构也有很多，常用的启闭机构及动力源如下表 1 所示：

**Table 1.** Common operating mechanism structures compared**表 1.** 常用启闭机构结构对比

单(多铰链杆)	连杆机构	杠杆机构	螺杆机构	齿轮条结构
				

机械手负责物料的抓取并放置指定位置，确保下一步生产加工的处理。为实现机构稳定高效的上下料，针对实际情况，生产机械结构特征、上下料需求制定相应方案。确保上料机构能发挥应有作用，还需重点考虑以下因素：臂爪机构灵活，可做到精准抓取；构造相对简单，装卸难度小；应具备较强的夹紧力；此外，还应具有较大的开闭范围。以做到快速夹持工件，同时保证工件不会在转移过程中发生掉落的情况。此次所设计的机械手目标物料为形状规则统一的圆柱体内衬卷，结合实际生产工作环境，需要辅助上料机构轻便易操作、工作效率高。

连杆机构结构简单平稳，承载能力较强，且相较于液压和气压动力源来说，机械驱动的结构更加紧凑、操作性好。综上，本次机械手设计采用机械连杆机构。方案简图如下图 2 所示：



**Figure 2.** Manipulator structure diagram of feeding mechanism

**图 2.** 上料机构机械手结构简图

### 2.1.2. 机座的设计

机械手搭载的机座主要包含底座和腰部两部分。设计底座时，应尽量增加底座的截面积，确保机械手能长时间处于稳定的运行状态。此外，还应重视底座的承载力，根据实际情况确定底座应具备的承载力，避免因底座承载力有限导致机构损坏。在保证设计机座满足上述要求的前提下，简化机座结构，降低拆卸和安装机座的难度，最大程度地发挥其应有作用。

## 2.2. 结构组成

### 2.2.1. 机械手结构及工作原理

图 3 为机械手结构示意图；

图 4 为图 3 中 A 部的放大图；

图5为固定滑块和弹簧压板结构示意图。

图中标号为：1左前臂爪，2左后臂爪，3右前臂爪，4右后臂爪，5固定杆，6复位弹簧，7固定滑块，8第一销轴，9第二销轴，10第三销轴，11安装环，12U型限位块，13弹簧压板，14底座，15自动伸缩杆，16一级旋转臂，17二级旋转臂，18固定环。

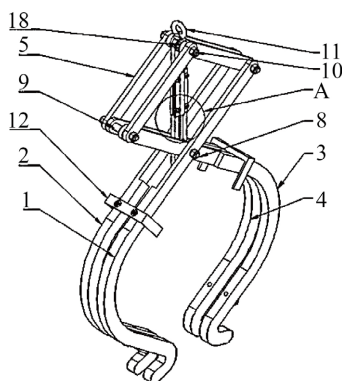


Figure 3. Manipulator structure diagram

图3. 机械手结构示意图

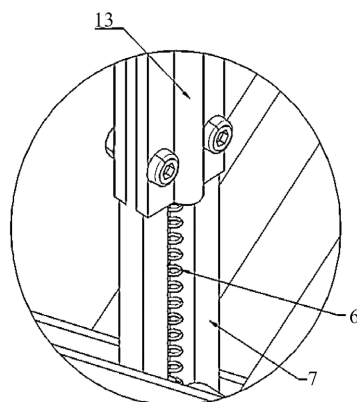


Figure 4. Section A enlarge

图4. A部放大图

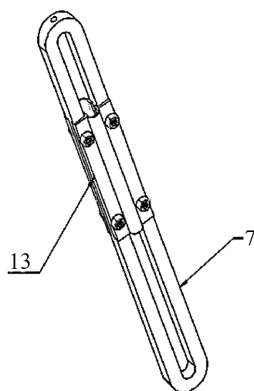


Figure 5. Schematic diagram of fixed slider and spring pressure plate

图5. 固定滑块和弹簧压板结构示意图

其中，复位弹簧拉动销轴相向靠近，带动臂爪机构底部开口张开，内衬卷置于臂爪机构的圆形结构内，内衬卷的重量使臂爪机构和固定杆之间发生转动，销轴之间的距离拉长，使复位弹簧受到一个向下的拉力，进而，臂爪机构圆形结构的底部开口闭合，将内衬卷固定在臂爪机构圆形结构内，内衬卷上料安装后，复位弹簧拉动销轴相向靠近进行复位，臂爪机构圆形结构的底部开口张开，即可移出上料机构。

### 2.2.2. 机座结构及工作原理

如图 6 所示，支撑架主要包括 14 底座，15 自动伸缩杆，16 一级旋转臂，17 二级旋转臂。

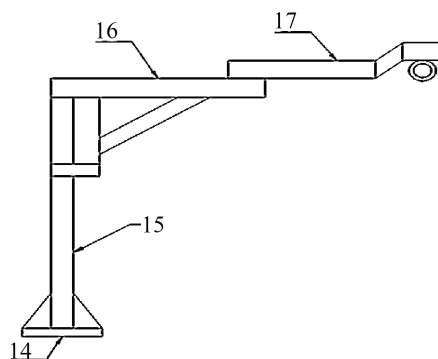


Figure 6. Frame structure diagram  
图 6. 机座结构示意图

其中，自动伸缩杆安装在底座上，其顶部通过转动机构转动安装有一级旋转臂，一级旋转臂的端部通过转动机构转动安装有二级旋转臂，顶部设置有安装环，机械手上料机构通过安装环安装在二级旋转臂的端部。

通过自动伸缩杆调控上料机构的高度，一级旋转臂和二级旋转臂共同控制上料机构的转动，通过自动伸缩杆和转动机构控制上料机构的位置，更加方便的控制上料机构对内衬卷的上料控制。

## 3. 机械手零部件材料

机械手零件的材料采用 Q235 碳素结构钢。

Table 2. Q235 part mechanical properties parameter table  
表 2. Q235 部分力学性能参数表

密度(g/cm <sup>3</sup> )	弹性模量(E/Gpa)	泊松比(v)	抗拉强度(σb/MPa)
7.85	200~210	0.25~0.33	370~500

根据国标规定，碳素结构钢表示方法为 Q + 数字 + 质量等级符号 + 脱氧方法符号。以“Q”表示它的钢号，代表了钢材的屈服点，而后面的数字代表屈服强度值，单位是 MPa。例如 Q235 表示为：屈服强度(σ<sub>s</sub>)为 235 MPa 的碳素结构钢。Q235 的材料属性如上表 2 所示。

## 4. 实现目标

作为优选，所述的臂爪机构包括左前臂爪、左后臂爪、右前臂爪、右后臂爪，左前臂爪、左后臂爪、右前臂爪和右后臂爪结构相同，左前臂爪和左后臂爪平行布置并通过连接板连接，右前臂爪和右后臂爪平行布置并通过连接板连接，左前臂爪和右前臂爪、左后臂爪和右后臂爪分别交叉布置并通过第一销轴

转动连接，固定滑块的两端分别安装在第一销轴和第三销轴的中部。

作为优选，所述的左前臂爪和左后臂爪的上部、右前臂爪和右后臂的上部均通过 U 型限位块连接，U 型限位块的开口宽度匹配内衬卷的宽度。

作为优选，所述的第一销轴和第三销轴的中部均套设有固定环，固定环与固定滑块壁面贴合。

作为优选，所述的固定滑块的腰型槽两侧对应安装有弹簧压，弹簧压板中部为匹配复位弹簧的弧形结构，复位弹簧处于两个弹簧压板的弧形结构之间。

作为优选，所述的支撑架包括底座、自动伸缩杆、一级旋转臂、二级旋转臂，自动伸缩杆安装在底座上，其顶部通过转动机构转动安装有一级旋转臂，一级旋转臂的端部通过转动机构转动安装有二级旋转臂，上料机构通过安装环安装在二级旋转臂的端部。

## 5. 应用效果

### 5.1. 内衬上料时间测试

对该辅助上料装置进行上机测试，实验对象为五个不同机组，分别采用人工和上料装置安装内衬卷共 20 次，统计平均时间，通过对比所需时间以及人员配备来分析该装置上机的效果。其时间数据如表 3 所示。

**Table 3.** Data sheet of test results for feeding time

**表 3.** 上料时间测试结果数据表

设备号	1	2	3	4	5	平均时间(秒)
人工上料时间(秒)	12.5	13.1	11.9	12.5	11.8	12.4
辅助装置上料时间(秒)	10.6	10.1	10.5	10.4	11.1	10.5

测试中，采用辅助上料装置均能准确无误的内衬卷的上料工作，通过对比可以发现，采用该装置进行上料工作的工作效率得到优化，平均时间为人工上料的 84.6%，且大幅度降低了操作过程中的劳动强度，装置可行性得以验证。

### 5.2. 内衬换卷搭接成功率测试

针对五个不同机组进行统计测试，对比人工上料与辅助装置上料后内衬换卷搭接成功率，其成功率见表 4。

**Table 4.** Test result data table of lap joint success rate

**表 4.** 搭接成功率测试结果数据表

	人工上料	辅助装置上料
内衬换卷搭接成功率(%)	98.5	99

通过测试，辅助装置上料后内衬卷换卷搭接成功率可以达到人工上料操作的效果，达到 99%，高于机组生产标准，设备运行稳定率能够得到有效保证。

## 6. 结论

相较于人工手动换装内衬卷，该装置大大降低了上下料的劳动强度，优化了作业工序，提高了生产

效率, 规避了一些可能存在的安全风险。该内衬卷辅助上料装置使用方便, 通过对其机架上的杆件及机械手的调节, 实现对装置运动方向的控制和内衬卷的抓取卸放, 进而完成内衬卷的换装上料过程。且装置的结构简易, 便于后期维护, 实际使用效果良好, 适合在卷烟生产中推广。

### 参考文献

- [1] 成大先. 机械设计手册[M]. 第6版. 北京: 化学工业出版社, 2017.
- [2] 濮良贵, 陈国定, 吴立言. 机械设计[M]. 第9版. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [3] 俞载道. 结构动力学基础[M]. 上海: 同济大学出版社, 1987.