

# 贮丝柜便捷出料皮带机的研制

吕文雅 温 琦 刘恒近 贾志强

山东中烟工业有限责任公司济南卷烟厂 山东济南 250104

**摘要:** 贮丝柜是烟草制丝线上的最后一道生产工序, 其工艺任务是平衡前后工序的生产能力, 使烟丝各种组分充分混合均匀, 并使烟丝充分吸收香精香料, 平衡烟丝水分和温度, 满足卷烟工艺要求<sup>[1]</sup>。目前贮丝柜1-3号柜一些牌号的烟丝(黑豹、雪豹等)出料进行人工装箱时, 一定程度上影响了装箱速度且存在较大安全隐患。因此缩短人工装箱时间提高生产节奏, 减少安全隐患, 对贮丝柜的生产有很大作用。

**关键词:** 贮丝柜; 人工装箱; 装箱速度; 安全隐患

## Development of Convenient Discharging Belt Machine for Silk Storage Cabinet

Wenya Lv, Qi Wen, Hengjin Liu, Zhiqiang Jia

Jinan Cigarette Factory of Shandong, China Tobacco Industry Co., Ltd., Jinan, Shandong 250104

**Abstract:** The silk storage cabinet is the last production process on the tobacco processing line. The process task is to balance the production capacity of the pre-and post-process, to make the components of the cut tobacco mix well and evenly, and to make the cut tobacco fully absorb the flavor, balancing moisture and temperature of cut tobacco to meet the technological requirements of cigarette. At present, when some brands of cut tobacco (Black Panther, Snow Leopard, etc.) are discharged from silk storage cabinet 1-3 to be packed manually, the speed of packing is affected to a certain extent and there is a big hidden danger. Therefore, shortening the manual packing time, improving the production rhythm, reducing the hidden danger of safety, has a great effect on the production of silk storage cabinet.

**Keywords:** Silk storage cabinet; Manual packing; packing speed; Hidden trouble of safety

### 1. 前言

贮柜每柜均由柜体、行车、底部皮带装置、拨辊和卸料罩等组成<sup>[2]</sup>。随着烟草生产牌号的不断增加, 一些小牌号(黑豹、雪豹等)的烟丝需要人工装箱后输送到卷包车间, 这就对如何进行装箱有了更高的要求。目前的装箱位置狭窄不易操作, 增加了人工装箱用时, 且容易磕碰, 因此设计一款贮丝柜便捷出料皮带机解决效率、安全问题尤为重要。

### 2. 人工装箱存在问题分析

人工装箱时, 柜前贮柜平皮带反转, 设置贮柜底带

**作者简介:** 吕文雅(1990.08—), 女, 研究生, 研究方向: 设备机电一体化。

**通讯作者简介:** 温琦(1989.12—), 男, 研究生, 研究方向: 电气自动控制方向。

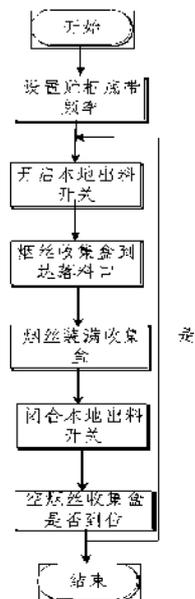


图2-1 人工装箱流程图

频率, 开始出料。操作人员A将烟丝收集盒摆放到柜前贮柜平皮带反转落料口, 等待烟丝收集盒装满后, 操作人员B将本地开关关闭停止出料, 操作人员C将装满烟丝的收集箱从落料口拉出, 操作人员A在摆放空烟丝收集盒, 操作人员B开启本地开关继续出料, 重复此步骤。小组成员对人工装箱烟丝流程进行调查分解, 以下是人工装箱流程。

对泰山(黑豹)牌号卷烟从投入到产出的装箱耗时进行了在线测试, 经过数据汇总、整理和分析发现人工装箱一柜烟丝耗时较长。于2021年3月—4月随机抽查了10柜黑豹烟丝装箱耗时, 数据如下。



图2-2 人工装箱一柜烟丝作业流程耗时统计

人工装箱过程中由于操作位置狭窄, 存在一定安全隐患。按照山东中烟安全风险分级管控和事故隐患排查治理双重预防机制管理制度(JL-JN 10 006)中的A、B、C、D四级风险识别, 厂安保科确定其风险等级为D风险。操作人员人工装箱, 为一般危险, 且单元风险等级达到D级, 可能导致安全事故的发生。为保障人身安全, 操作人员需穿戴防护用品。

表2-1 人工装箱风险分级清单

岗位: 储丝柜装箱		风险单元: 装箱		单元风险等级: D			
项目	作业活动	危险源及其风险		风险评价			
		危险根源	触发因素和过程描述	可能性	严重性	频次	等级
装箱	人工装箱	机械伤害	1、违章或操作失误 2、没有防护措施造成磕碰	1	3	3	D

### 3. 贮丝柜便捷出料皮带机的研制

贮丝柜皮带长度为 $L=42620\text{mm}$ , 皮带传动辊直径为 $D=410\text{mm}$ , 可知皮带走完传动辊需要转动的圈数:

$$a = \frac{L}{\pi D} = 33.1r$$

减速器与皮带传动辊之间采用齿轮传动, 主动轮齿数 $Z_1=19$ , 从动轮齿数 $Z_2=34$ , 传动比:

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = 1.79$$

皮带走完减速器需转动的圈数:

$$b = ai = 59.2r$$

根据减速器铭牌可知在50Hz时, 减速器输出转速为 $n_1=0.35r/\text{min}$ , 则皮带走完需要的时间:

$$t = \frac{b}{n_1} = 169.1\text{min}$$

即在电机以50Hz运转时, 需要169.1分钟完成出料。因此接入便捷出料装置实现连续出料可以降低人工装箱时间。

#### 3.1 出料皮带机安装位置的选择

出料皮带机的安装位置要求安装方便; 柜前出料平皮带运转正常; 操作过程中不存在磕碰等安全隐患。因此选择柜前出料平皮带反转出料口安装。安装图如图3.1所示

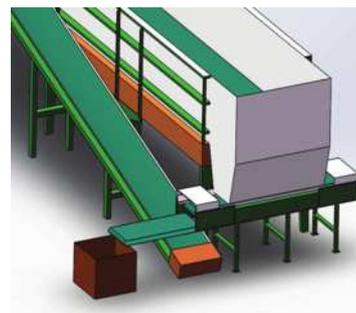


图3.1 安装位置

由于柜前储柜平皮带落料口处有观察窗, 需要改造观察窗才可安装输送装置。观察窗具有可视性、宜人性、安全性。设计应达到“可观察”、“能观察”的要求, 符合人机学原理满足“易观察”、“宜观察”的目标。不影响观察窗主体结构的安全性及相关配件的功能, 使用材料符合国家相应标准。

#### 3.2 输送带结构参数

为了方便接入输送机, 不影响人工接料输送机主体长, 皮带宽度 $B=70\text{cm}$ , 皮带总体长度为 $L=185\text{cm} \times 2 = 370\text{cm}$ 。

#### 3.3 输送带类型

出料皮带机的皮带需要满足烟草输送物料的特点, 要求带面光滑, 不易积攒物料, 方便输送装置的清洁保养, 如图3.2所示。



图3.2 平面输送带

### 3.4 输送装置传送方式

输送装置的传送方式选用平键链接。平键是依靠两个侧面作为工作面, 靠键与键槽侧面的挤压来传递转矩的键, 它的平均传动比准确, 传动功率较大, 加工容易, 成本低, 装拆方便<sup>[3]</sup>。

### 3.5 输送装置的转速

贮丝柜出料流量 $Q_1$ 为:  $Q_1=v_1h_1l_1$

其中 $v_1$ 为贮丝柜底带的运行速度,  $h_1$ 为贮丝高度,  $l_1$ 为贮丝柜宽度。  $h_1$ 为1000mm,  $l_1$ 为2500mm,  $v_1$ 为:  $v_1=2\pi R_1n_1$

其中 $R_1$ 为底带传动辊的半径,  $n_1$ 为底带传动辊的转速。  $R_1$ 为205mm, 贮丝柜底带传动辊与减速机之间通过齿形带进行传动, 传动比为1.79, 在驱动电机以50Hz运行时, 减速机输出转速为0.35r/min, 则底带传动辊转速 $n_1$ 为0.2 r/min。

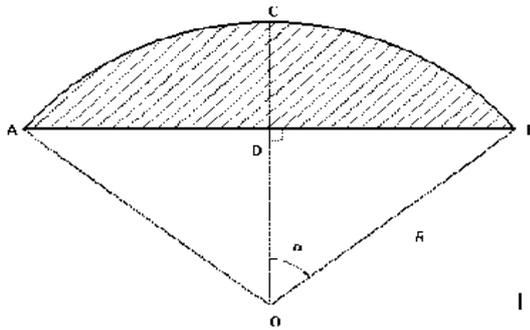


图3.3 出料后烟丝截面

表面形状按弧形计算, 如图中剖面线部分所示。设计的出料高度 $l_{CD}=65\text{mm}$ , 出料宽度 $l_{AB}=600\text{mm}$ , 圆弧直径为 $R$ 。由正弦定理可知:

$$l_{BD}^2 + (R - l_{CD})^2 = R^2$$

$$R = \frac{l_{BD}^2 + l_{CD}^2}{2l_{CD}}$$

计算得到 $R=725\text{mm}$ 。

弧AB对应的圆心角 $\beta$ 为:

$$\beta = 2\alpha = 2\arcsin \frac{l_{BD}}{R} = 49^\circ$$

扇形AOB的面积 $S_{\text{扇形AOB}}$ 为:

$$S_{\text{扇形AOB}} = \frac{\beta\pi R^2}{360} = 224646\text{mm}^2$$

等腰三角形 $\triangle AOB$ 的面积 $S_{\triangle AOB}$ 为:

$$S_{\triangle AOB} = \frac{1}{2}l_{AB}(R - l_{CD}) = 197940\text{mm}^2$$

烟丝截面面积 $S$ 为扇形AOB的面积 $S_{\text{扇形AOB}}$ 减去等腰三角形 $\triangle AOB$ 的面积 $S_{\triangle AOB}$ :

$$S = S_{\text{扇形AOB}} - S_{\triangle AOB} = 26706\text{mm}^2$$

出料机的出料流量 $Q_2$ 为:

$$Q_2 = v_2 S$$

其中 $v_2$ 为出料机的运行速度,  $v_2$ 为:  $v_2 = 2\pi R_2 n_2$

其中 $R_2$ 为出料机传动辊的半径,  $n_2$ 为出料机主动辊的转速。设计的出料机主动辊半径 $R_2$ 为45mm。

根据设计要求, 在贮丝柜底带驱动电机以50Hz运行时, 出料机的出料流量 $Q_2$ 应不低于贮丝柜出料流量 $Q_1$ ,

$$\text{即 } Q_2 \geq Q_1, \text{ 则: } n_2 \geq \frac{R_1 h_1 l_1 n_1}{R_2 S}$$

计算可知出料机传动辊的转速不低于85.3 r/min, 加上20%的冗余度, 则要求出料机传动辊的转速不低于106.6 r/min。

### 3.6 输送装置驱动电机

输送装置的驱动电机用来道东皮带传动, 要求启动性能好, 转动惯量小, 速度响应时间 $< 1000$ 毫秒; 结构简单、工作可靠、维护方便。普通减速机搭配传动装置可以满足需求, 它的控制设计难度小, 可以保证伸缩装置以恒速正反向运动; 开环速度控制减速机造价低。

### 3.7 输送装置可移动支架设计

输送装置的支架选用支撑点为4个, 结构稳定, 载重强, 不易变形的四角式支撑架。通过应力分析, 四角式支撑架受力均匀。

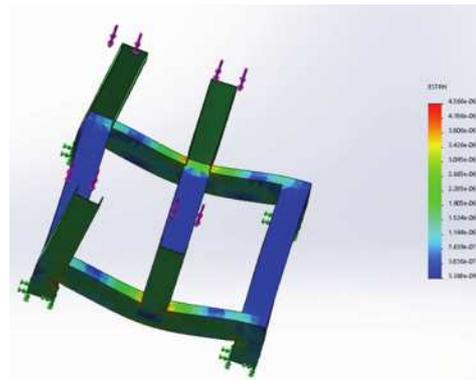


图3.4 四角式支撑架受力分析

贮丝柜便捷出料装置为可移动式, 需要在支架安装四个行走轮, 行走轮选用3寸静音轮, 静音轮可360度旋转, 方便挪移, 省时省力。



图3.5 行走轮

#### 4. 效果分析

贮丝柜便捷出料皮带机在线正常使用后,人工装箱一柜烟丝作业时间由平均耗时239min降低到平均183min,工作效率得到提升了23%。该设备提高了岗位作业安全性,消除了操作人员人工装箱作业带来的诸多安全隐患;降低了劳动强度,减轻人工装箱工作量,有效降低操作人员劳动强度。



图 3.6 耗时统计表

#### 5. 结论与展望

贮丝柜新型出料装置的研制有效解决了人工装箱的固有难题,装置结构简单,行业内可为在解决人工装箱耗时问题上提供借鉴;行业外也可以为工矿等物资仓库的储料送料提供参考。未来可以对贮叶柜人工装箱较多的情况进行分析,进一步提高人工装箱有效作业率,为卷烟工业加工提供有力保障。

#### 参考文献:

- [1]李在极.贮丝柜中部布料盲区设计缺陷的修正[J].设备管理与维修.2017 ( NO7 ) .
- [2]郝恒义.贮丝柜底带电机频率对卷烟生产的影响[J].成组技术与生产现代化.2013.01
- [3]韩伟;杨世娇;邱城;弓宇;李金峰.平键连接轮毂拆卸卡滞问题研究[J].机电产品开发与创新.2021.05