

# 锭子房机器人自动装卸锭子的研发与应用

秦玉成, 吴斌, 华锦州

(上海合威橡胶机械工程有限公司, 江苏 无锡 214406)

**摘要:** 锭子房机器人自动装载是适应轮胎制造企业自动化提升研发出的新产品, 由机器人、定位输送装置、辅助锭子小车、机械定位、移动底架、轨道等部分组成; 该机可以实现自动装满载满负荷的锭子, 自动卸载空负荷的锭子; 整机结构独特, 自动化程度高, 既降低了工人的劳动强度, 又减少了人员配置。

**关键词:** 机器人; 自动装载; 自动卸载; 辅助锭子小

**中图分类号:** TQ330.493

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-797X(2024)11-0028-05

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2024.11.006

钢丝帘布是轮胎的重要组成部分, 钢丝帘布的制作由锭子房恒张力导开生产线和压延机共同完成, 锭子房恒张力导开生产线的主要作用是提供恒张力的钢帘线给压延机(见图1)。锭子架上装满缠绕钢帘线的锭子(常规的钢丝帘布需要的锭子数量约在2000锭左右), 锭子上的钢帘线经锭子架上恒张力导开并进入穿线架排列后, 最终进入压延机, 敷胶后形成钢丝帘布。目前轮胎厂的锭子房恒张力导开生产线主要以手动操作为主, 尤其是钢帘线锭子的装载全部是人工操作, 装载一次锭子需要8~10个工人, 占用了大量的人力和时间; 每个锭子的重量在50 kg左右, 工人的体力消耗也非常大。这种非智能化的设备影响着轮胎制造的整体智能化提升。

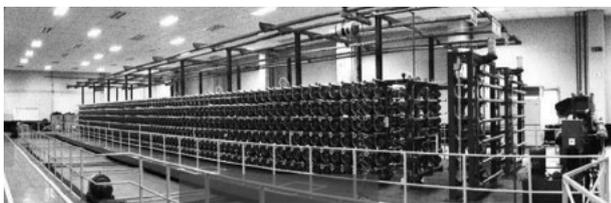


图1 锭子房布置图

## 1 概述及工作原理

我们通过走访用户, 调研市场, 了解到轮胎生产企业对钢丝帘布生产过程的自动化提升有着迫切需求。

### 1.1 概述

锭子房恒张力导开生产线是我们公司的主要产

品, 为了寻求突破, 实现锭子自动化装载, 我们立项开发了智能化锭子房机器人自动装载装置, 来替代目前的人工装载。该机型实现了子午线轮胎钢丝帘布压延制造生产线的锭子自动化装载、空锭子自动卸载等生产过程, 极大地降低了工人的劳动强度, 减少了企业的用工成本, 提升了设备的自动化水平及效率(本项目已获得国家发明专利, 专利号: 202210314738X和2022102818033)。

### 1.2 工作原理

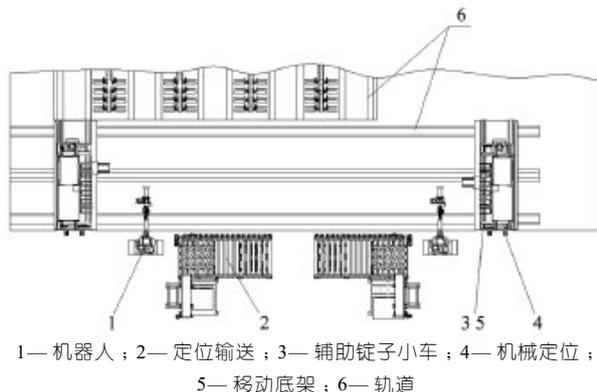
整垛锭子由铲车、AGV小车或是输送线运送到定位输送装置上, 定位输送装置将整垛锭子输送至机器人抓取位, 机器人通过机械手将锭子从抓取位取走, 通过机器人六轴关节旋转与移动, 放在辅助锭子小车上, 辅助锭子小车满载锭子先在水平方向移动, 当底部平台轨道与大平台纵向轨道对齐后, 辅助锭子小车变换运动方向, 纵向运动至锭子架内部, 锭子小车与锭子架位置停准后, 将36个锭子推送至锭子架上, 辅助锭子小车返回, 进入下一轮装载循环。自动卸载则是相反动作循环, 由此实现锭子房全部锭子的自动装载与自动卸载功能。

**作者简介:** 秦玉成(1972-), 男, 本科, 工程师, 主要从事橡胶机械产品设计与研发工作。

**收稿日期:** 2024-01-02

## 2 结构综述

锭子房机器人自动装载整机由机器人、定位输送装置、辅助锭子小车、机械定位、移动底架、轨道等部分组成(见图2、图3)。



1—机器人；2—定位输送；3—辅助锭子小车；4—机械定位；  
5—移动底架；6—轨道

图2 锭子房机器人自动装载二维布置

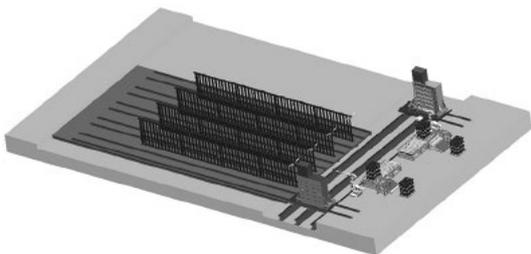


图3 锭子房机器人自动装载三维布置

### 2.1 机器人部

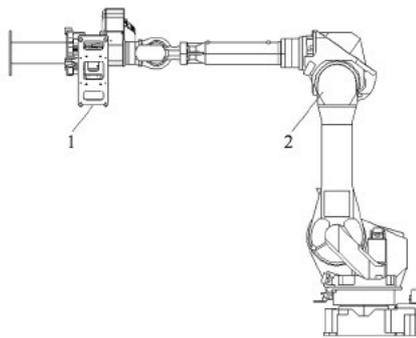
机器人是取代人工的第一步序,最早的锭子房设备是由工人徒手搬着重达50 kg的锭子装至锭子架上,费时费力,后来发展到人工操作气动葫芦吊进行手动吊装,但依然需要大量的人力,并没有解决自动装载的难题。在我们新设计的自动装载方案中,采用机器人去替代人工的方式,这从根本上解决了自动装载的问题。

#### 2.1.1 结构组成

机器人部由机器人和机械手两部分组成(见图4)。机器人有六轴关节,执行器末端装有抓取的机械手工装,机器人配合机械手实现自动抓取带负荷的锭子,由抓取位送至辅助锭子小车上。

#### 2.1.2 动作原理

自动装载过程的实现:通过程序控制,机器人每次从托盘上自动抓取一个锭子,然后水平放置至辅助锭子小车上。整垛锭子有3层,每层12个,中间有隔板隔开,机器人每抓取一层锭子后,用吸盘将隔板吸走,然后再进行第2层、第3层抓取。辅助锭子小车



1—机械手；2—机器人

图4 机器人

一次可存放36个锭子,锭子全部被机器人放在辅助锭子小车上后,下一箱锭子进入抓取位,进行新一轮抓取,实现程序自动控制。

自动卸载过程的实现:自动卸载与自动装载是一个逆向过程,机器人通过机械手,从辅助锭子小车上逐个取下空的锭子工字轮放置在定位输送装置上,直至36个空的锭子工字轮全部取下,再由人工放在托盘上面运离现场。

### 2.2 定位输送装置

人工装载锭子时,锭子的摆放位置是比较随意的,操作者只要抓取方便即可。机器人抓取不同于人工操作,机器人抓取锭子的位置要相对固定,确保机械手的落点位置在其几何坐标范围内,误差不能太大,这就需要有一个定位输送的结构来保证。

#### 2.2.1 结构组成

定位输送装置是整垛锭子的输送限位装置,由输送带、输送辊道、定中机构、换向机构等组成。

#### 2.2.2 动作原理

定位输送装置的工作原理:每箱锭子有36个,重量接近两吨,需要铲车、AGV小车或是物流输送线运送到定位输送装置辊道上。在辊道的起始端,先有一个定中的动作,整垛锭子锭中后,由动力辊筒输送到辊道的另一端部固定位置,此处有机械限位定位,整垛锭子则完成位置确认,机器人开始抓取锭子。锭子装载完成后,通过换向机构,将锭子托盘送出,下一箱锭子继续送至机器人抓取位,进入下一个循环装载。

自动卸载则主要由一条小输送带完成。空的托盘从换向机构送出后,人工摆放至正确位置,机器人机械手从辅助锭子小车上取出空的锭子工字轮,放至在小输送带的端部,小输送带将空的工字轮不断送至输送带另一端,由人工拿下放在托盘上,完成空工字轮

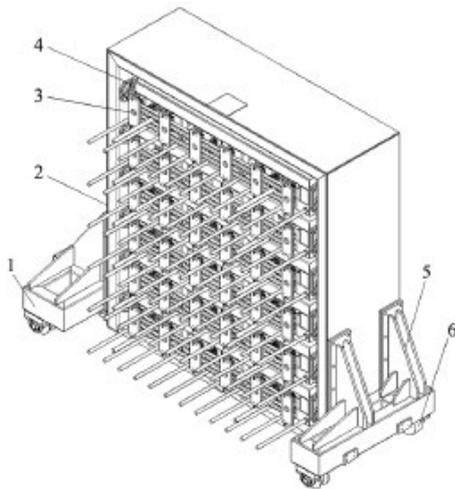
自动回收。

### 2.3 辅助锭子小车

锭子房内设备的主要结构是锭子架和恒张力导开装置，主要由2~5列锭子架组成，每列锭子架又由4~5个短的锭子架联接在一起，锭子架两侧固定着恒张力导开装置，恒张力导开的中心轴用于承载最大荷重约50 kg的锭子。为了保证钢帘线的最佳输出角度与减少尾线浪费，锭子架中心间距要尽量减小。现有的人工装载模式下，锭子架上装满锭子后，宽度净空间约在1.2 m左右，锭子架高度约在1.9 m左右。这么狭小的空间，如果机器人直接进入装载，机器人的关节旋转与移动比较难实现。为了最大限度的利用现有的锭子架空间，我们设计了辅助锭子小车，由辅助锭子小车满载锭子进入锭子架内部进行自动装载。

#### 2.3.1 结构组成

辅助锭子小车是整台设备的关键部件（见图5辅助锭子小车），由外框架、前轮架、后轮架、转臂、夹钩部、轨道轮等部分组成。每台设备配两台辅助锭子小车，为左右对称结构。



1—前轮架；2—外框架；3—推板；4—转臂；5—后轮架；  
6—导轨轮

图5 辅助锭子小车

#### 2.3.2 动作原理

辅助锭子小车工作原理：辅助锭子小车有6层6列，一次装载36个锭子，正好是整箱锭子的数量。机器人抓取的锭子逐层逐列、水平放置在辅助锭子小车上，整箱锭子装完，辅助锭子小车即装满，小车先水平方向移动，再纵向进入锭子架内，锭子中心孔与锭子架上恒张力导开装置中心轴对齐后，由水平角度变换至与中心轴相同角度，推板将锭子斜向推入中心轴

内，锭子碰到磁铁面停止，推板退回，由斜向角度反转至水平角度，辅助锭子小车返回，一次装载完成，从每列锭子架端部到尾部需要4~5次这样的工作循环；卸载动作则与装载相反，空载的辅助锭子小车自动进入锭子架内部，与锭子架上恒张力导开装置中心轴对齐后，由水平角度变换至与中心轴相同角度，推板斜向进入中心轴内，推板平面碰到空锭子端面停止，夹钩动作，推板退回，将空锭子拉回至辅助锭子小车上，再由斜向角度反转至水平角度，一次可卸载36个空锭子。辅助锭子小车返回，一次卸载完成，从每列锭子架端部到尾部需要4~5次这样的工作循环。

### 2.4 定位装置

辅助锭子小车无论是横向移动还是纵向移动，到位后均需准确停止。在横向方向停止准确，才能与锭子架中间的纵向轨道接轨，辅助锭子小车才能进入纵向锭子架内部；在锭子架内部纵向停止准确，才能确保锭子与中心轴对齐，对齐后才能将锭子送入中心轴内。没有准确的定位装置，自动运行就无法实现，机械定位则是最简单有效的定位方式。

#### 2.4.1 横向方向定位

辅助锭子小车装载位置设置在锭子移动大平台的左右两侧，装完锭子后需要横向方向移动到位，与锭子架内纵向轨道接轨。

横向方向定位由气缸、气缸安装座、V形销、V形块、导向杆等组成。气缸及定位销固定在移动底架前端，V形限位块固定在锭子移动大平台端部。

横向方向定位工作原理：辅助锭子小车下面的移动底架前端有一个纵向推进气缸，气缸端部装有V形定位销，在气缸作用下可进可出。移动大平台每一个工位设置有V形限位块，当即将到位停止时，移动底架速度减慢，气缸推出V形销插入V形块，当V形销与V形块两斜面完全吻合，移动底架到位，水平移动停止。辅助锭子小车出来后，V形销抽回，可以继续水平移动。

#### 2.4.2 纵向方向定位

辅助锭子小车进入锭子架内部后，每列锭子架装卸工位有4~5个位置，每个位置都必需确保锭子中心孔与恒张力导开中心轴对齐，锭子才能进入到中心轴上，这就需要纵向定位精准。

纵向方向定位由气缸、气缸安装座、定位直板、定位斜板、限位块等部分组成。气缸及安装座固定在辅助锭子小车的尾端，限位块固定在锭子架移动大平

台上，每个装载位都有两个限位块。

纵向方向定位工作原理：辅助锭子小车纵向沿轨道进入锭子架内部行进至装载位后，直板气缸动作，与移动平台上限位块接触面贴合，小车停止前进，同时斜板气缸动作，插入另外一个限位块，完成精准定位。装卸完成后，两个气缸同时动作，定位结束，小车继续纵向移动顺畅自如。

## 2.5 移动底座

辅助锭子小车既需要横向水平移动，又需要纵向水平移动，两个呈垂直方向的移动需要辅助锭子小车的运动能够切换方向。辅助锭子小车自带动力和导轮，可以实现纵向运动，横向移动则需要在辅助锭子小车下面再加一层移动结构。由前述综合考量，我们设计了移动底座来实现这种换向运动。

### 2.5.1 结构组成

移动底座由框架底盘、电机、导轮、轨道等组成，它承载辅助锭子小车做横向移动。

### 2.5.2 动作原理

移动底座工作原理：移动底座框架下面有轨道轮，电机带动移动底座沿横向轨道作横向运动，到位后，横向定位装置动作，移动底座停止前进。移动底座上面也有轨道导向，辅助锭子小车轨道轮在移动底座上面轨道上可纵向移动。通过这种方式，实现辅助锭子小车横向和纵向双向运动。

## 2.6 轨道分布

由前所述，辅助锭子小车既要做横向移动，又要做纵向移动，这就需要轨道沿着两个方向布置，轨道由多段长度组成，起支承和导向作用。

### 2.6.1 纵向轨道分布

每两列锭子架中间铺设一组轨道，固定在锭子架移动大平台上，用于辅助锭子小车纵向进入锭子架内部。

### 2.6.2 横向轨道分布

在锭子架移动大平台尾端铺设一组横向移动轨道，固定在地面，用于辅助锭子小车横向移动。

## 3 主要技术参数

为了不增加更多的占用空间，在我们设计的锭子房机器人自动装卸锭子方案中，除了锭子架高度增加1层外，其余尺寸和原来手动操作的完全一致：锭子架列数不变，锭子架中心距不变；导开中心轴倾斜角度不变；厂房高度和宽度不变。这样有利于对现有设

备进行自动化的改造与提升。

主要技术参数见表1 技术参数表。

表1 技术参数表

序号	主要技术参数	
1	锭子主架最小中心距/mm	2 400
2	装卸层数/层	6
3	装卸列数/列	6
4	恒张力中心轴角度/°	4
5	工字轮中心孔径/mm	33
6	工字轮外径/mm	255
7	锭子最大重量/kg	50

## 4 销钉式和磁铁式恒张力导开装置的具体应用

在锭子架上的恒张力导开装置有两种结构方式，分别为销钉式和磁铁式。

### 4.1 销钉式恒张力导开装置

销钉式恒张力导开装置中心轴倾斜4°角度，盘子上有一个销钉，锭子装上去后，需要工字轮的销钉孔与销钉对准才能推至根部，销钉的作用是带动工字轮旋转，4°角度是确保工字轮在旋转过程中不脱离导开中心轴。

### 4.2 磁铁式恒张力导开装置

磁铁式恒张力导开装置则取消了销钉，锭子可以直接推至磁铁表面，通过磁铁磁力吸附锭子，并带动工字轮旋转，恒张力导开中心轴可倾斜角度亦可水平角度，锭子在转动过程中受磁铁吸力不至于脱离导开中心轴。

这两种结构的导开装置在进行自动装卸时，既有相同点又有不同点，详见表2 两种结构导开装置自动装卸比较。

## 5 结论

整台锭子房机器人自动装卸装置自动化程度较高，具有以下主要优势：

### 5.1 自动装载

可实现机器人编程控制，自动抓取带负荷锭子，放入辅助锭子小车，辅助锭子小车自动进入锭子架内部，将带负荷锭子推送至锭子架上，完成自动装载功能。

### 5.2 自动卸载

辅助锭子小车自动进入锭子架内部，将空锭子卸载至辅助锭子小车上，自动送出，再由机器人自动抓取空锭子，完成自动卸载功能。

表 2 两种结构的恒张力导开装置自动装卸比较

项目	轴倾斜角	手动转动锭子	空锭子卸载	锭子架层数	备注
销钉式	4°	是	是	6	操作人员需手动转动锭子，让销钉插进工字轮，可在穿线时进行机器推进，无需手动干预
磁铁式	4° 或 0°	否	是	6	

### 5.3 劳动强度低、人员减少

锭子房自动装载不仅降低工人劳动强度，还可以减少人员配置。

锭子由机器人自动抓取，替代人工手动搬卸，大大降低了劳动强度；原来人工装卸需要 8~10 个工人，现在只需要 1~2 名工人进行自动操作，节约人工成本。

### 6 展望

该方案经过公司研发人员多次讨论与测试，样机已在厂内制作调试完成，达到了预期设计目标，并被评为全国橡塑机械行业的创新产品。后续我们会在厂内样机制作调试的基础上持续完善，不断创新，力争将该产品做到更优更好，为橡塑行业的设备提升做出应有的努力。

## Research and application of spindle room robot for automatic loading and unloading spindles

Qin Yucheng, Wu Bin, Hua Jinzhou

(Shanghai Hewei Rubber Machinery Engineering Co. LTD., Wuxi 214406, Jiangsu, China)

**Abstract:** The spindle room robot automatic device is a new product developed to adapt to the automation improvement of tire manufacturing enterprises. It consists of a robot, a positioning and conveying device, an auxiliary spindle car, mechanical positioning, a moving chassis, a track, and other parts. This machine can automatically load spindles with full load and unload spindles with empty load; The whole machine has a unique structure and high degree of automation, which not only reduces the labor intensity of workers, but also reduces personnel configuration.

**Key words:** robot; automatic loading; automatic unloading; auxiliary spindle trolley

(R-03)

## 三家炭黑公司荣登绿色制造示范企业榜

Three carbon black companies have been listed as demonstration enterprises for green manufacturing

据《山西省工业和信息化厅网站》报道：山西永东化工股份有限公司、山西安仑化工有限公司以及山西三强新能源科技有限公司凭借其在绿色生产方面的卓越表现，成功入选山西省工业和信息化厅认定的 2024 年度的省级绿色制造示范企业榜。山西省工信厅的此次评选，旨在加速构建山西省绿色制造体系，为工业领域实现碳达峰目标提供有力支撑。评选过程严格遵循企业自评、市级初审推荐以及专家评审等多重环节，确认其绿色制造水平达到省级示范标准。

绿色工厂示范企业是指在用地使用、原料选择、生产过程、废弃物处理以及能源消耗等方面均达到绿色化标准的企业。这些企业通过实施一系列环保措施，实现了生产过程的清洁化和资源的循环利用，为行业的绿色发展树立典范。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)