

智能化托辊生产线建设技术研究

车新军

(中国华能华亭煤业公司矿山机械公司 甘肃 平凉 744103)

摘要:托辊沿带式输送机全长分布,数量很多,是承托输送带使它的垂度不超过限定值以减少运行阻力,保证带式输送机平稳运行的重要部件。其总重约占整机的30%~40%,价值约占整机的20%,托辊属消耗品,其耗损值居带式输送机运行成本的首位。托辊质量的好坏直接影响输送机的运行,这就要求托辊运行阻力小、运转可靠且使用寿命长等。鉴于带式输送机及托辊制造技术的发展现状,建设智能化托辊生产线,提升托辊制造质量,是一项很好的战略选择。

关键词:托辊;智能化;生产线;技术研究

0 引言

随着煤矿智能化建设,作为煤矿主要物料运输设备的带式输送机向着长运距、大运量、高运速的方向发展。目前,矿用带式输送机最大装机功率达到25000kW,系统最长输送距离超过220km,单机最长输送距离超过了30km,最大输送量达到37500t/h,最大带宽2800mm,最大带强ST7000,最大带速达9m/s。其主要部件,如高压大型电机、软启动技术、大型减速机、制动器和高强度胶带等,都具备了较高的技术性能和产能规模,但高速大承载托辊的自动化、智能化制造技术严重滞后,不能很好地满足矿用带式输送机发展的要求。

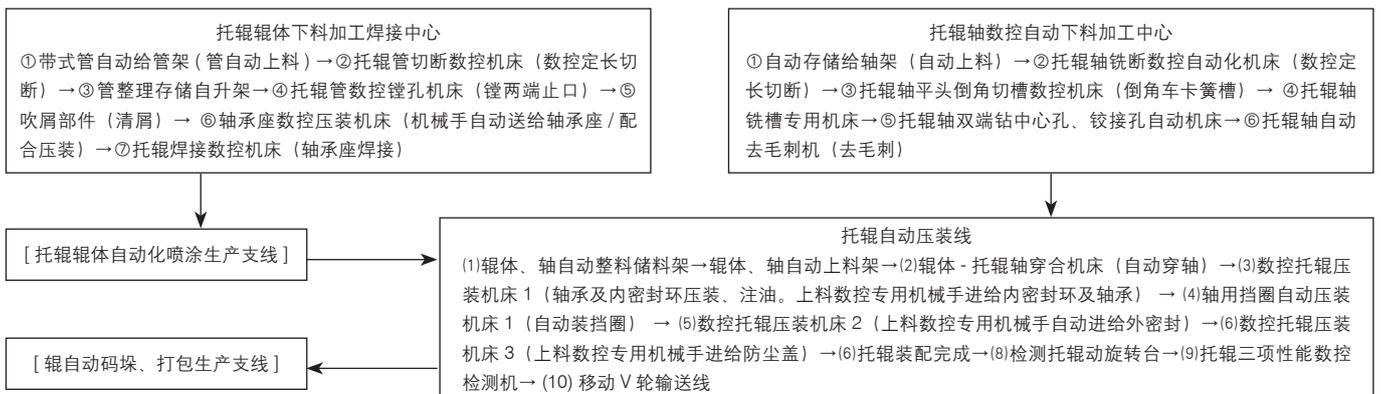
目前,我国带式输送机托辊生产企业有近千家,技术装备和产品质量参差不齐,能够形成规模优势的仅有二三十家,高品质高寿命托辊的占比更小,托辊作为带式输送机的重要组成部分,仍有较大的发展空间。中国华能华亭煤业公司矿山机械公司是生产带式输送机的专业厂家,现有1条半自动托辊生产线,每班需要操作人员16人完成整个托辊生产流程,托辊年产量约6万件,与国内一流专业企业相比,未形成规模优势。据统计,华亭煤业集团有限责任公司内部各矿每年托辊需求量约6万件,华能集团在西北的市场(陕西矿业、庆阳煤电)及华亭市周边市场各大矿井托辊

需求量每年约20万件,市场需求量大。为提高产品竞争力,适应市场发展需求,以自动化减人、机械化换人,提升企业自动化、智能化水平,增强市场竞争力,研究建设一条智能化托辊生产线,实现托辊所有加工工序全自动化生产势在必行。

1 智能化托辊生产线技术方案

华亭煤业公司矿山机械公司目前生产的带式输送机托辊直径有 $\phi 76 \sim \phi 219\text{mm}$,共12种规格,辊体长度: $L=315 \sim 1600\text{mm}$;托辊种类多、规格多、生产零散,没有实现规模化生产。

经过大量的市场调研和技术分析研究,提出了智能化托辊生产线建设技术方案,具体由托辊辊体下料加工焊接中心、托辊轴数控自动下料加工中心、托辊辊体自动化喷涂生产支线、托辊自动压装线和托辊自动码垛打包生产支线五大模块及自动送料系统组成。每个模块可以单独作为生产线使用,也可以五大模块联动集中控制,单个设备具有单机独立作业功能。在集中控制系统中可实时显示各工位的生产状态、产量等内容。自动化程度高、生产效率高,托辊制造的质量由设备、设计工艺及程序系统保证,不受操作人员技术水平的制约和影响。该生产线要求实现托辊自动化全数控加工,改善加工工艺,提高加工精度,保证托辊的加工品质。设定智能化托辊生产线工艺流程如下:



2 智能化托辊生产线各模块系统功能

智能化托辊生产线整体布局见图 1。

2.1 托辊辊体下料加工焊接中心

托辊辊体下料加工焊接中心由带式自动给管架、托辊管切断数控机床、管整理存储自升架、托辊管数控镗孔机床、吹屑装置、轴承座给料机械手、轴承座数控托辊压装机床、托辊焊接数控机床、平移机械手及辅助设备组合而成，将 8 个独立工序及设备集约为一个加工中心，实现了上料、加工和辊体流转环节的

数控加工和自动化流转。管子切割后转运到托辊管数控镗孔机床，经过镗孔、吹屑、轴承座压装及焊接，完成了辊体的加工。各工位加工时，平移机械手按程序要求同步转运，依次将工件转运到下一道加工工序，全过程采用数控 PLC 编程技术控制，触摸屏人机界面操作（图 2）。

2.2 托辊轴数控自动下料加工中心

托辊轴数控自动下料加工中心采用单元化设计、控制灵活，可实现自动给轴、数控定尺、自动送料、自动切断、自动转料、自动定位和自动举升分拣，实

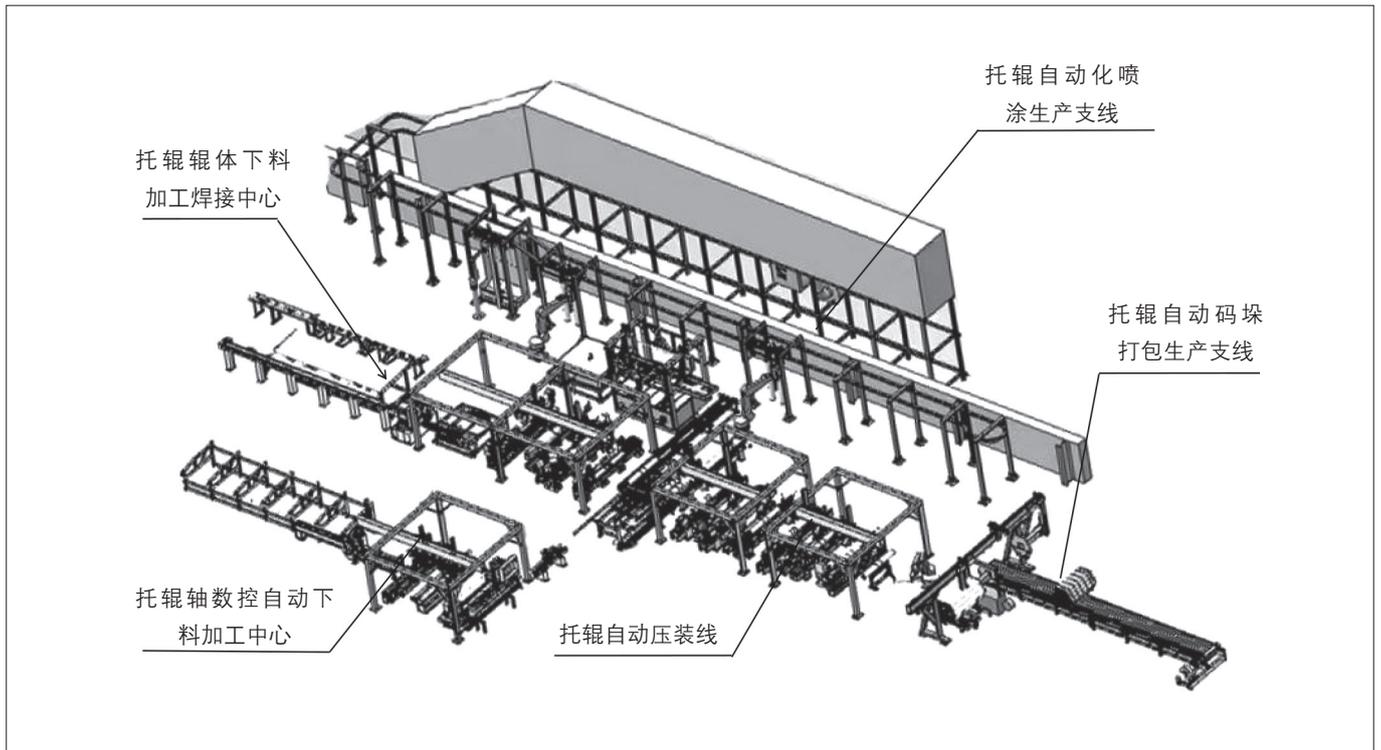


图 1 智能化托辊生产线整体布局示意图

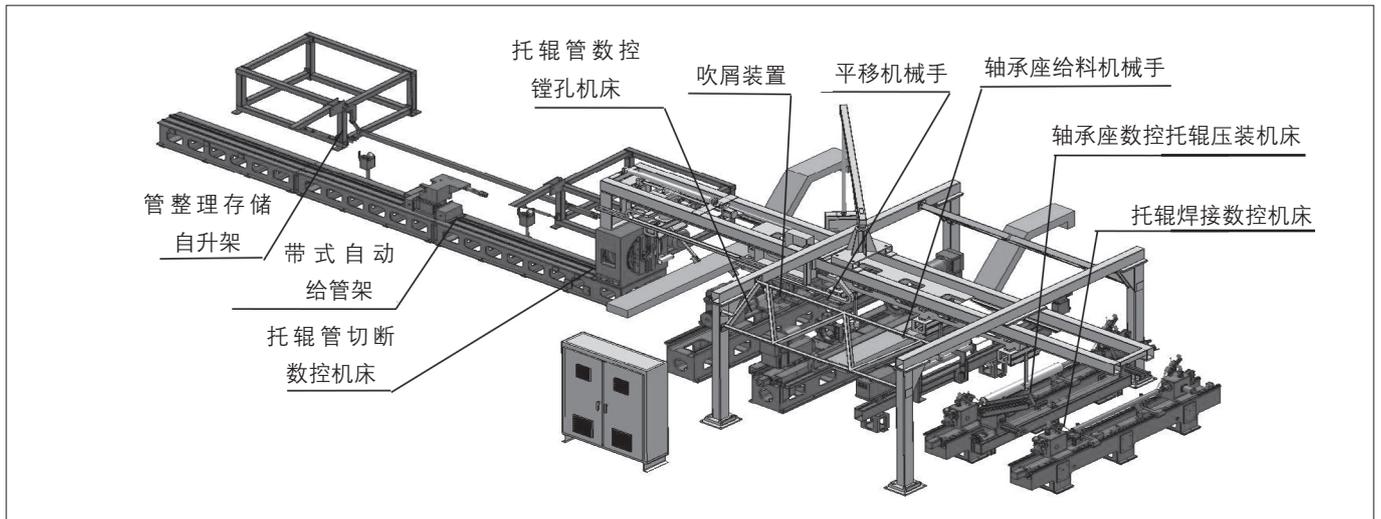


图 2 托辊辊体下料加工焊接中心示意图

现各工序全自动化，关键尺寸误差控制在 $\pm 0.05\text{mm}$ ，能满足各种托辊轴的加工需要，配有预料集中收集系统。主要由托辊轴铣断数控机床、托辊轴铣槽专用机床、托辊轴平头倒角切槽数控机床、托辊轴双端钻中心孔铰接孔自动机床、托辊轴自动去毛刺机及 V 型滚轮输送机、旋转机械手 +3 工位 5 点 4 维平移机械手组成。电器控制系统由触摸屏、PLC、伺服系统和变频器等组成（图 3）。

主要技术性能如下。

(1) 托辊轴加工范围：直径 $\phi 20 \sim \phi 45\text{mm}$ 、长度 $250 \sim 1700\text{mm}$ 。

(2) 托辊轴铣断数控机床：锯片直径 $250 \sim 285\text{mm}$ ，伺服电机数控定尺送料，每次送料长度 $0 \sim 1800\text{mm}$ ，长度误差 $\pm 0.05\text{mm}$ ，液压夹紧，配有 V 型滚轮输送机，实现输送、定位、套料，分别输送到收集位及套料储存位。

(3) 托辊轴铣槽专用机床：铣双槽功能由 4 台电机驱动，托辊轴两端同时铣双槽一次完成，变频调速进刀，采用盘铣刀，比传统的直柄圆铣刀提高了加工效率和刀具的使用寿命。

(4) 托辊轴平头倒角切槽数控机床：4 轴数控机床，双头平端面、倒角、车槽一次全自动完成，液压夹紧，2 主轴变频调速，采用机夹刀片，换刀方便，精度高，长度误差 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

(5) 托辊轴双端钻中心孔、铰接孔自动机床：中心

孔是托辊自动压装的工艺孔，钻中心孔是完成托辊轴两端打中心孔，铰接孔是铰接托辊辊子之间的链接孔，两端与轴垂直同时钻孔完成；

(6) 托辊轴自动去毛刺机及 V 型滚轮输送机：完成托辊轴毛刺、油泥打磨，托辊轴经伺服送给装置进给托辊轴自动去毛刺机，毛刺打磨完后经 V 型滚轮输送机送到压装线。

(7) 旋转机械手 +3 工位 5 点 4 维平移机械手：完成旋转、平移、升降、抓取和定位功能，结构简单可靠，效率高。

2.3 托辊自动化喷涂生产支线

托辊自动化喷涂生产支线建设的目的是为完善工艺配置，进一步提升现有托辊自动化生产线的自动化程度，以减少用工，降低劳动强度，降低托辊的制造成本，在托辊辊体表面喷粉，提升托辊表面喷涂质量和美观度，从而提升经济效益。

托辊自动化喷涂生产支线由循环热风炉、车间外高位托辊加热固化系统、爬坡保温导轨装置、自动跟踪喷涂机器人、自动喷涂粉末回收系统、悬挂链条驱动装置、C 型导轨门架、自动跟踪定位开合装置 1、自动跟踪挂托辊机器人、缓冲加热升降装置、自动抛光 / 清理 3 点 4 位机械手、滚轮往返升降输送装置、自动跟踪卸托辊机器人、自动跟踪定位开合装置 2、重锤式链条张紧装置和废气处理设施等组成（图 4）。

托辊自动化喷涂生产支线由 PLC 控制各部件的运

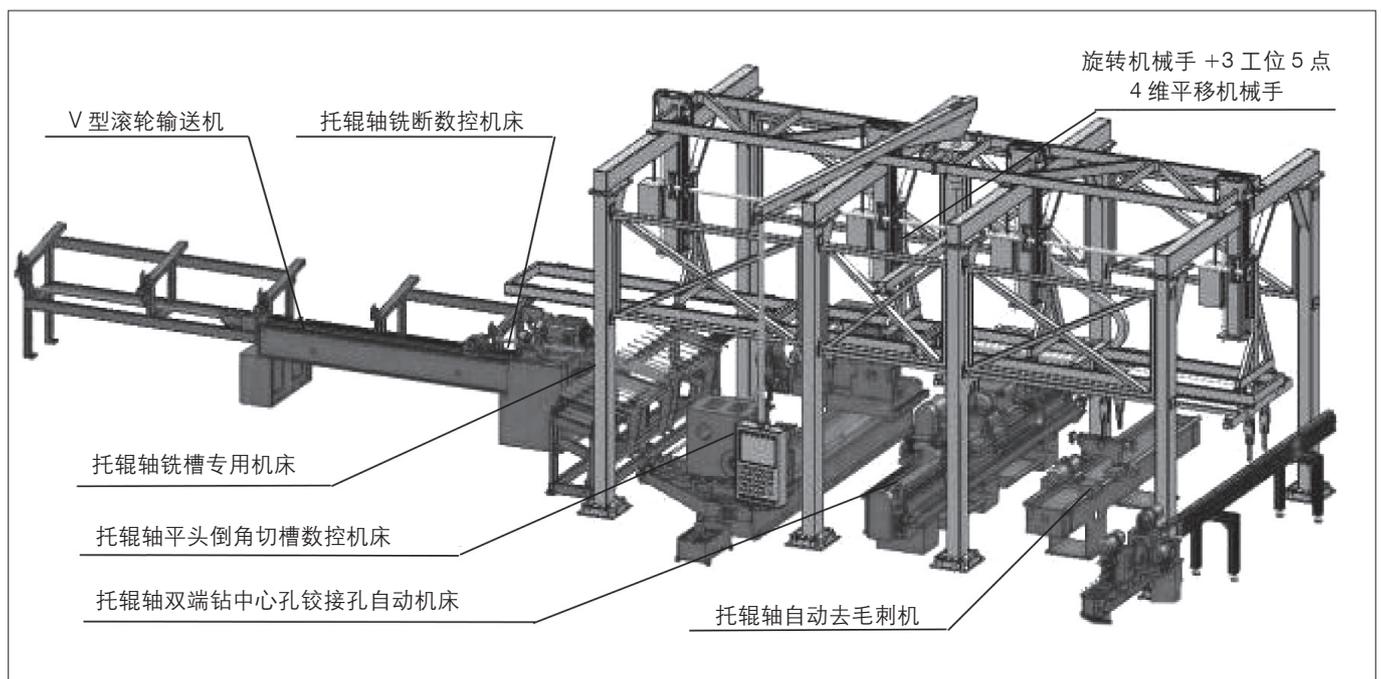


图 3 托辊轴数控自动下料加工中心示意图

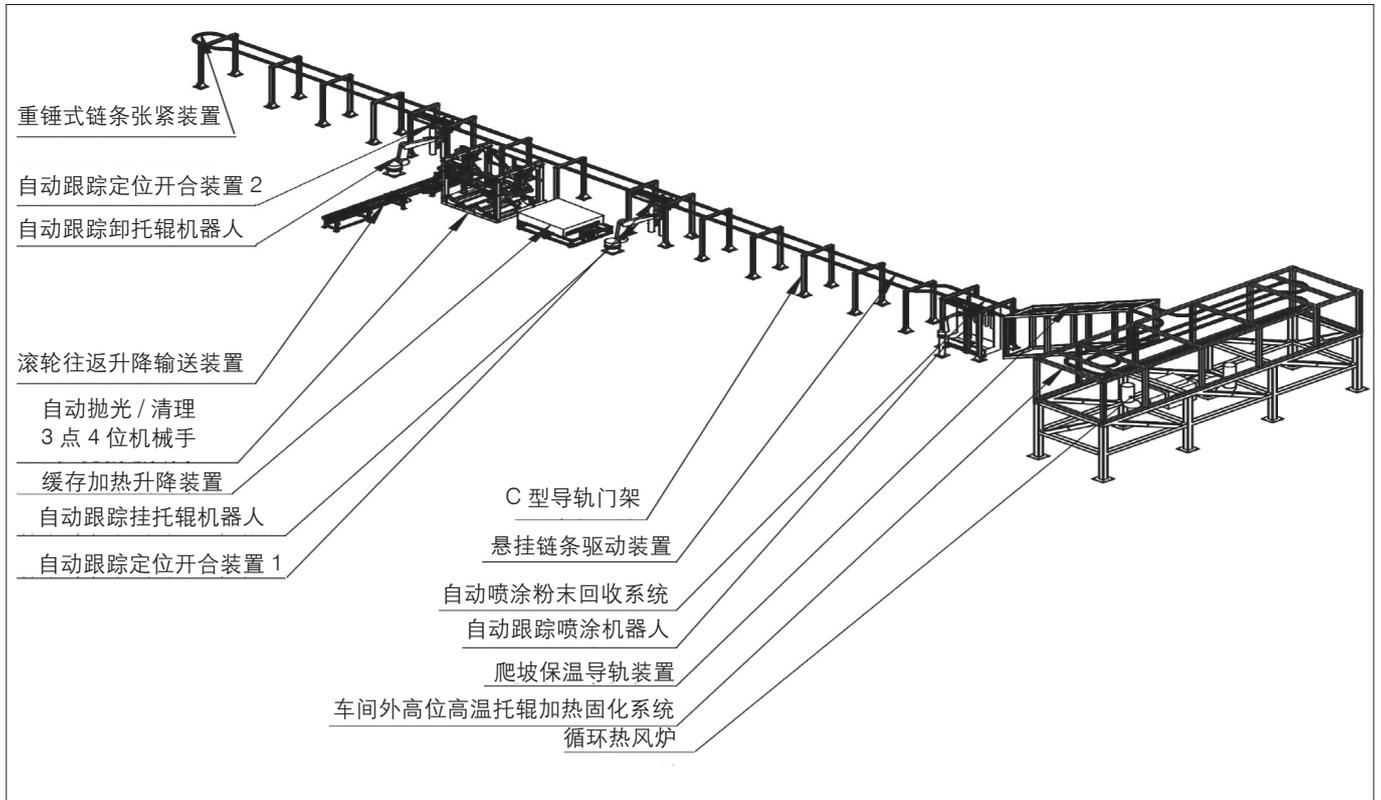


图4 托辊自动化喷涂生产支线示意图

行，人机界面设定参数，PLC与机器人协同运行；生产支线控制系统独立自成体系，可以独立操控，也可与托辊自动化生产线控制系统集控联动。喷涂生产支线自动运行，运行期间不需要人工介入，运行节拍与现有托辊自动化生产线相同。

2.4 托辊自动压装线

托辊自动压装线由辊体-轴自动整料储料架、辊体-轴自动上料架、辊体-托辊轴穿合机、3台数控托辊压装机床、轴承注油机、托辊轴用挡圈自动压装机床、3台上料专用数控机械手、托辊动旋转台、托辊三项性能数控检测机、托辊光纤激光打标机、平移机械手、电控柜、操作站及控制系统等组成(图5)。

辊体-轴自动整料储料架用来承接前道工序加工好的托辊辊体和托辊轴，按要求完成自动整理定位，同时也起到了上述两种工件的缓冲储备作用。托辊辊体-轴自动上料架，把整理好的辊体、轴，自动抓取并搬运，搬运到辊体-托辊轴穿合机的设定工位，然后实现辊体与托辊轴的自动穿合。穿合好的辊体和托辊轴，由平移机械手的1号手指抓取并搬运到数控托辊压装机床1，上料专用数控机械手1自动完成密封环、轴承抓取，并安装到数控托辊压装机床的压头上，由数控托辊压装机床自动完成压装，同时实现定量注油。定量注油机经过

连接管路与压头连接。托辊轴用挡圈自动压装机床，完成轴用挡圈自动安装到托辊轴两端的轴用挡圈槽内；机床设有轴用挡圈库，可存200只轴用挡圈。

平移机械手的1号手指工作在辊体-托辊轴穿合机与数控托辊压装机床1之间2个工位上；2~8号手指分别工作在指定的2个工位上。托辊自动压装线采用PLC控制技术、伺服执行系统，数控定位由触摸屏输入设定，执行机构由伺服系统组成，设备操作简单，定位精度±0.05mm。在单机使用时，在不变换工位的情况下，可依次完成压装轴承、密封，减少了二次转运，节约了人工费用，提高劳动效率。

托辊动旋转台主要功能是托辊动跑合、消除装配应力。在托辊旋转的过程中，施加轴向振动、径向振动，实现消除装配应力，达到跑合的目的。托辊动旋转台由床身、机头箱传动机构、机头箱、振动源和支撑架等组成，由PLC自动控制。

托辊三项性能数控检测机对托辊整体生产完成后进行托辊径向圆跳动量、轴向窜动量、旋转阻力检测，三项指标检测节拍与生产线节拍一致，自动连续测量每只辊子的三项指标。检测合格后，经过PLC与托辊光纤激光打标机协同，实现每只辊子的编码打标，建立数据库，数据库数据经过以太网传输，可以随时调取打印，生成

检测报告，便于质量跟踪及追溯，为托辊生产加工过程科学管理提供技术支持。

托辊光纤激光打标机打标位置在轴承座侧面或轴头端面，打标内容可以是数字、图标等。

2.5 托辊自动码垛打包生产支线

托辊自动码垛打包生产支线建设的目的是进一步提升托辊自动化生产线的自动化程度，减少用工，降低劳

动强度，降低托辊的制造成本，提升效益。托辊自动码垛打包生产支线主要由自动打包主架、自动打包机、托辊码垛整理机、链板输送机、四轴码垛机器人及码垛电磁铁组成（图6）。

3 结语

本文是在充分调研托辊生产设备的基础上，结合

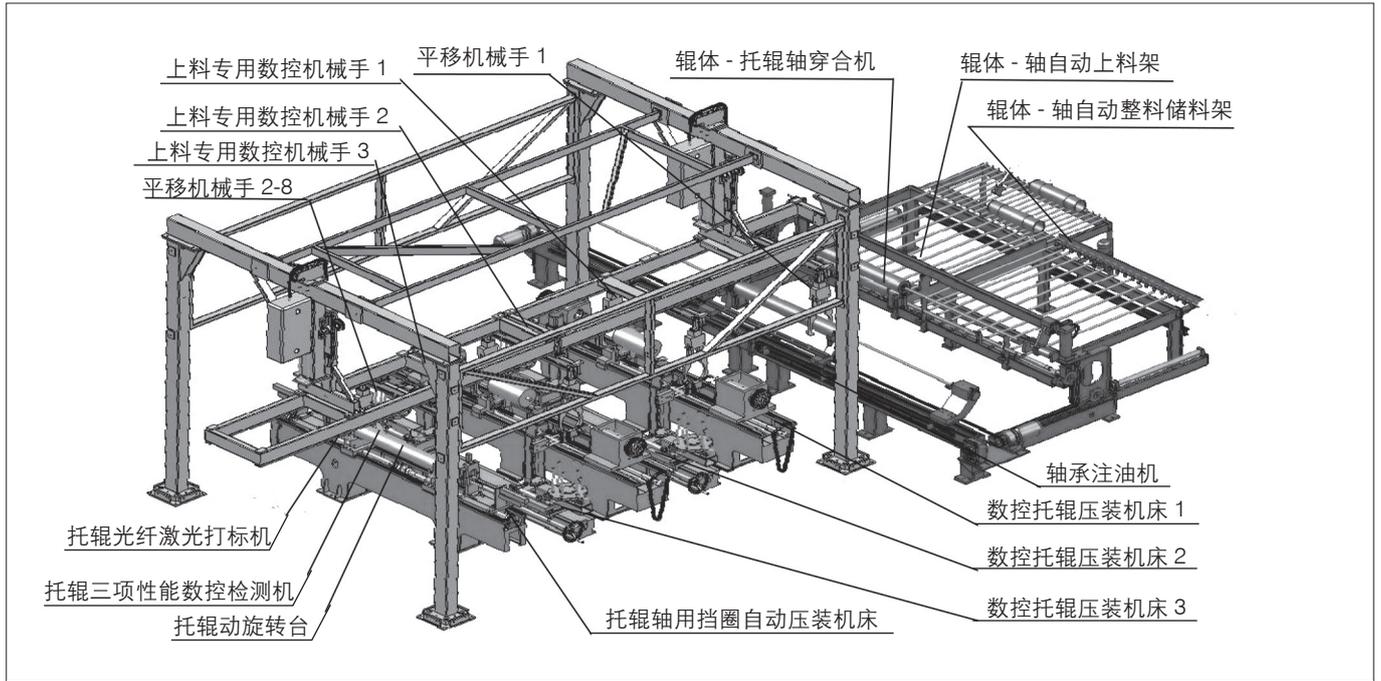


图5 托辊自动压装线示意图

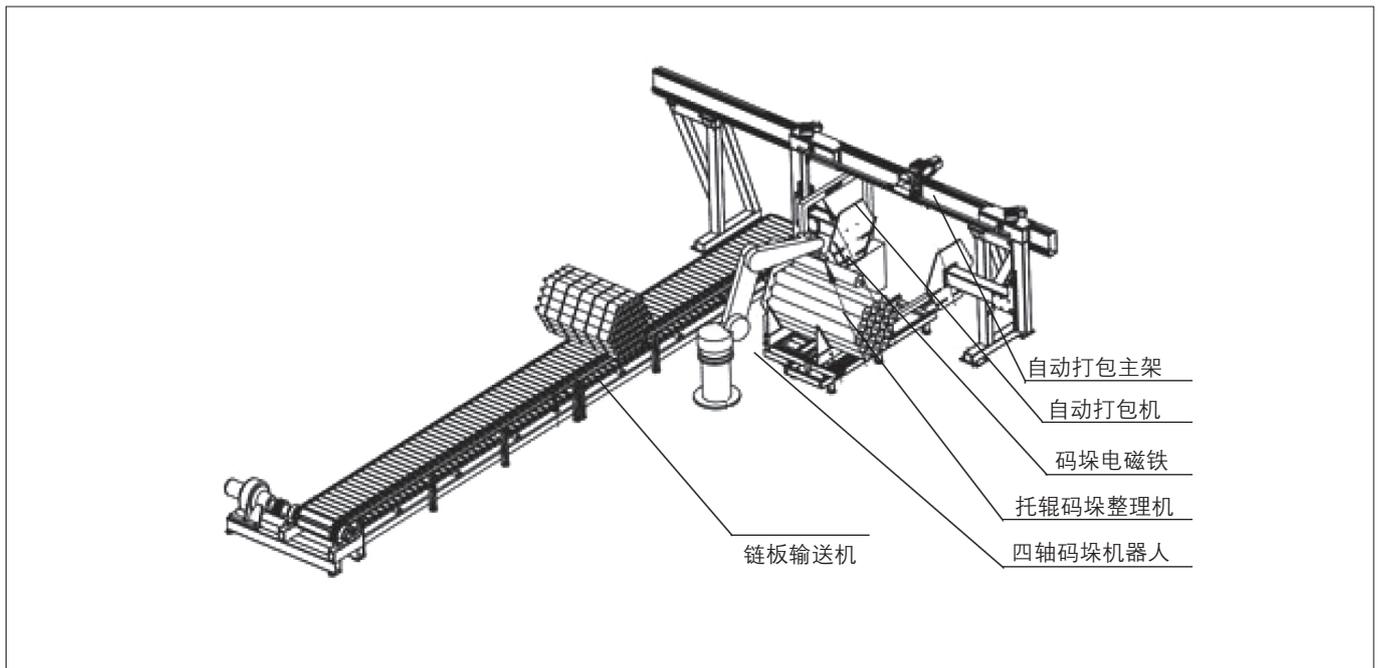


图6 托辊自动码垛打包生产支线示意图

(下转第31页)

停止焊接。

对于整体系统而言，需要采用集中控制及规范化、柔性化的电气控制模式。

(1) 凸焊机参数需要在站外触摸屏操作台上实现可视化，站外触摸屏操作台可以调整、监测焊机参数，工作站内的所有报警、焊机的所有信号、焊机的各种监控数据、焊机和机器人之间的连接信号需集成在主控制屏上并可查看，出现异常可进行复位，所有的报警信息需有历史数据并可查，存储一定数量后自动覆盖。

(2) 电气控制系统采用 PLC 进行系统控制，具有自动控制、检测、保护和报警等功能。当工件的规格改变时，可通过示教盒重新示教机器人或重新编制有关控制程序来适应新的生产需要。

(3) 机器人控制柜、示教盒、副操作盒上设有急停按钮，在系统发生紧急情况时可完成急停。

3 结语

本文对汽车白车身零部件螺母螺栓凸焊全自动化生产的技术要点进行了分析，以期为凸焊全自动化生产在汽车白车身制造中的广泛应用提供参考。

参考文献:

- [1] 楼文质. 螺母和螺栓的凸焊[J]. 焊接, 1982(07):15-17.
- [2] 陈发书. 凸焊螺母在汽车上的应用[J]. 焊接技术, 1999(02):49-50.
- [3] 杨旭乐, 崔占生. 白车身凸焊技术[J]. 现代零部件, 2013(01):84-85.

作者简介: 颜剑航(1988.01-), 男, 汉族, 广东汕尾人, 大专, 工程师, 研究方向: 焊接自动化。

(上接第 25 页)

中国华能华亭煤业公司矿山机械公司托辊生产现状，提出智能化托辊生产线技术方案及建设内容，整条生产线按照托辊的生产工艺流程合理布局。智能化托辊生产线自动化程度高、生产效率高、产能大，以及设备操作调试方便，生产的托辊质量可靠，生产线操作人员少，劳动强度低。智能化托辊生产线建设完成后，托辊年产能可达到 20 万件以上，每班仅需 3 ~ 4 人进行托辊生产程序的调整、巡检即可，托辊生产加工实现全自动化。智能化托辊生产线的建设使托辊生产效率提升、产能增加、制造成本降低，托辊质量大幅提高、运行寿命增长，有效降低矿用带式输送机的运行成本，提升公司经济效益及产品的市场竞争力。同时，制造自动化、智能化水平的大幅提升将有力推动公司智能制造水平的提高，为打造科技型、智能型机械制造知

名企业奠定坚实基础。

参考文献:

- [1] 北京起重运输机械设计研究院, 武汉非凡科技开发有限责任公司. DT II (A) 型带式输送机设计手册(第二版)[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2014.
- [2] 宋伟刚. 通用带式输送机设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [3] 雷七四, 武立仓, 刘宏兵. 先进的全自动托辊生产线[J]. 起重运输机械, 2008(9):56-57.
- [4] 冯开平, 唐兵. 带式输送机托辊的发展趋势[J]. 矿山机械, 2000(5):51-52.
- [5] 刘智平. 托辊生产流水线设备优缺点及改造方案[J]. 内蒙古煤炭经济, 2014(7):125-127.