

穿带自动冷弯焊接一体机的研究与应用

李红红

(山东黄金矿业(莱州)有限公司焦家金矿)

摘要:为提高穿带效率,满足生产要求,通过对穿带压平定位、冷弯成型、穿带成型等工序集一体的旋转工作台、加强筋(短节钢筋)输送上料装置、设置带检测调节功能、双枪三维联动自动焊接装置、PLC 整体控制系统等进行分步研发整合,实现了穿带从原料到成品的标准化、批量化、自动化流水线生产。穿带自动冷弯焊接一体机可根据井下支护需求制作多规格穿带,即时供应,立等可取,无缝对接井下一线支护需求,为矿山井下支护提供有力保障,完全实现穿带自制自足。

关键词:穿带加工;自动化;冷弯;焊接;一体机

中图分类号:TD353

文献标志码:A

文章编号:1001-1277(2024)08-0072-03

doi:10.11792/hj20240811

引言

锚杆穿带支护原理是利用管缝锚杆将穿带固定到需锚固顶帮上,通过 2 根或多根锚杆嵌入岩石中,使锚杆及锚杆盘靠近岩石锁住穿带,兜托住因构造可能产生的险石,也可缝合需填充材料的裂隙,因二者或多者相互衔接,达到锚固顶帮岩石的目的^[1-2]。

山东黄金矿业(莱州)有限公司焦家金矿(下称“焦家金矿”)为山东黄金集团有限公司下属的核心企业,1980 年建成投产,是中国黄金行业生产规模最大的现代化矿山之一,下辖焦家矿区、望儿山矿区、焦家村东矿区、寺庄矿区 4 个矿区,2022 年黄金累计产量 10 036 kg。随着焦家金矿掘进量的逐年增长和安全质量要求的提高,穿带需求量也随之增加。原穿带加工方式依赖人工,无法满足日常生产要求,且存在外购成本高、物流采购周期长、加工规格不能随支护情况及时调整等问题。为解决上述问题,焦家金矿研发了一种穿带自动化加工装置,实现了穿带自动冷弯焊接,在满足加工规格与使用要求的同时,还提高了生产效率。

1 原穿带制作工艺

原穿带制作工艺为:①圆钢两侧煨弯,人工将直径为 12 mm 的圆钢在弯曲机转盘上煨弯;②整型、搬运,整型后将穿带半成品搬运至焊接台;③加强筋摆放,将 4 节短节钢筋摆放在相应位置上;④焊接,人工进行逐一焊接;⑤打捆运输至成品区。

原穿带制作工艺要求同时工作人数不少于 3 人,加工 1 件穿带用时 9 min,存在人工成本高、制作效率

低、工人劳动强度大、成品不够标准等弊端,但所需设备简单,运行、养护及维修成本较低。

2 穿带自动化加工装置研发

采用工艺流程分解、理论研究、三维建模、设备考察、现场调研等手段,深入探讨需要实现机械化、自动化的环节,遵循运动传递、信息控制、能量转换的原则,综合应用机械本体技术、液压传动技术、伺服技术、传感与检测技术、自动控制技术,分别对穿带生产系统的结构组成要素、动力组成要素、运动组成要素、感知组成要素、职能组成要素进行设计^[3-6]。

通过 x 轴导轨、 y 轴传动机构及 z 轴传动机构实现焊枪的三维运动,使其能够移动到工作台焊接位置处进行焊接;通过长钢筋定位结构对长钢筋进行定位,利用两端的弯折机构对长钢筋进行弯折使其成型;利用短钢筋上料装置将短钢筋送至工作台上并通过短钢筋定位机构对其定位,使短钢筋和长钢筋连接,然后利用焊枪在二者的接触位置焊接,加工完成后使其成为穿带,也就是穿带成型;通过工作台的翻转使穿带落到下料架上通过下料架滑出到接料位置^[7-8]。整个过程实现了穿带加工的自动化,各机构之间协同配合,使穿带易于成型,提高了加工效率,满足了加工规格与使用要求。

2.1 穿带压平定位、冷弯成型装置

穿带压平定位、冷弯成型的作业流程共 4 步:①圆钢进入工作台本体上部一侧的长定位槽,用于对长钢筋进行定位,而其另一侧是一个定位面,用来保证弯折后的另一侧钢筋位置不偏移;②折弯柱由驱动组件驱动沿弧形轨道运动,且能够使待加工长钢筋

贴紧在弧形折弯面并沿着弧形折弯面折弯;③短钢筋定位槽贯穿长钢筋定位槽的内侧面和长钢筋定位面,能够保证对短钢筋的定位,同时还能使短钢筋和长钢筋接触以保证将短钢筋焊接到长钢筋上;④气缸驱动压杆上下运动,实现对短钢筋的压紧,以确保焊接位置准确,利于后续的焊接。

穿带压平定位冷弯成型的旋转工作台由工作台本体、长钢筋定位槽、长钢筋定位面、折弯柱、弧形轨道、短钢筋定位槽、压杆、连接轴、气缸、电动机、连接件等部件组成。通过长钢筋定位机构、折弯机构、驱动组件、短钢筋定位机构、数控系统等协调运行使其成为一个穿带结构(即穿带成型),实现穿带成型的自动化,以利于后续焊枪在该工作台对节点进行焊接^[9]。旋转工作台侧视图见图 1。

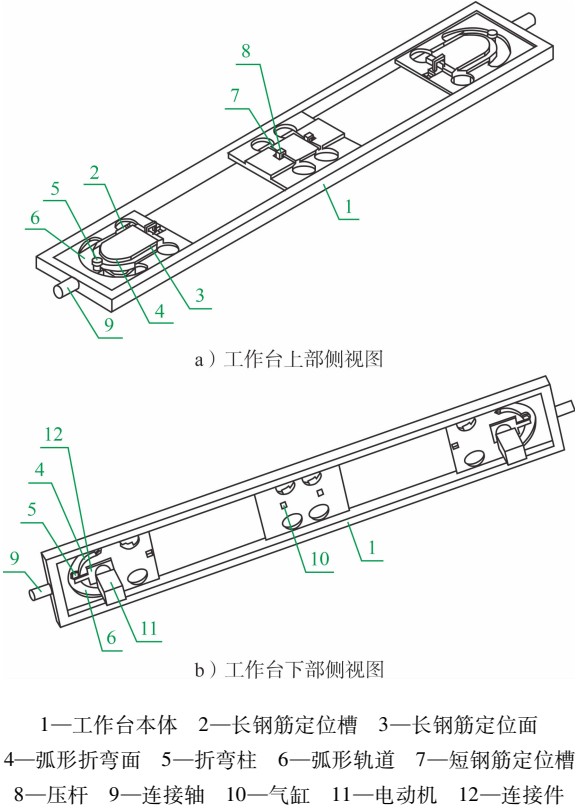


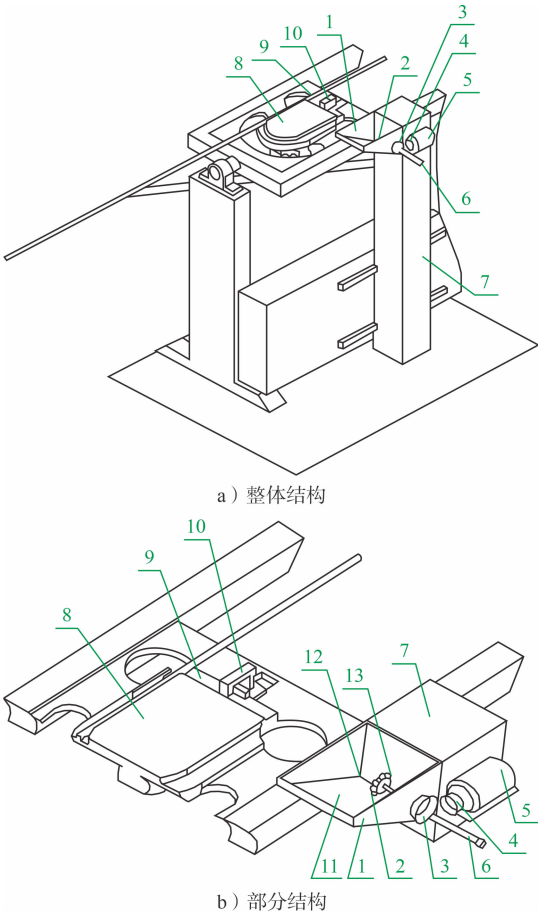
图 1 旋转工作台侧视图

Fig. 1 Side view of the rotatory workbench

2.2 短节钢筋输送上料装置

短节钢筋输送上料装置由料仓、棘轮、小锥齿轮、电动机、大锥齿轮、直线驱动器件、支架、工作台、定位槽、压紧杆、放料面、出料口、连接轴等部件组成。短节钢筋输送上料装置整体结构示意图见图 2 - a), 部分结构见图 2 - b)。

短节钢筋输送上料装置的料仓底部设置有压力传感器,检测料仓内有无钢筋,提醒操作人员及时装料;通过设置棘轮,与料腔中的放料面配合,将短节钢筋从下往上拨动,该装置能够实现对短节钢筋的拨



1—料仓 2—棘轮 3—小锥齿轮 4—电动机 5—大锥齿轮
6—直线驱动器件 7—支架 8—工作台 9—定位槽
10—压紧杆 11—放料面 12—出料口 13—连接轴

图 2 短钢筋输送上料装置示意图

Fig. 2 Schematic diagram of short rebar feeding device

动,使其有序推送;定位槽与压紧杆配合调节钢筋在工作台上的位置,有利于下一工序的焊接。

2.3 双枪三维联动自动焊接装置

机床床体的后部设置有沿其纵向方向安装的 x 轴导轨, x 轴导轨上装有 z 轴传动机构, z 轴传动机构上安装有 y 轴传动机构, y 轴传动机构上安装有焊枪。

x 轴导轨采用伺服电动机加减速机,齿轮齿条传动的运动模式,伺服电动机配高精度减速机、精细研磨斜齿轮及齿条,保证了高效的传动效率和较小的传动误差。在空移动时可以实现高速运行,运行速度可达 300 mm/t ; z 轴传动机构采用带断电制动伺服电动机驱动滚珠丝杠传动,做垂直上下运动,带动焊枪提升; y 轴传动机构因运行距离较短,速度较慢,采用步进电动机驱动丝杠传动的传动模式,可与 x 轴导轨联动做斜线的插补运动。通过 x 轴导轨、 y 轴传动机构和 z 轴传动机构实现了焊枪的三维联动,使其能够移动到工作台焊接位置处进行焊接^[10]。穿带自动冷弯焊接一体机效果图见图 3。

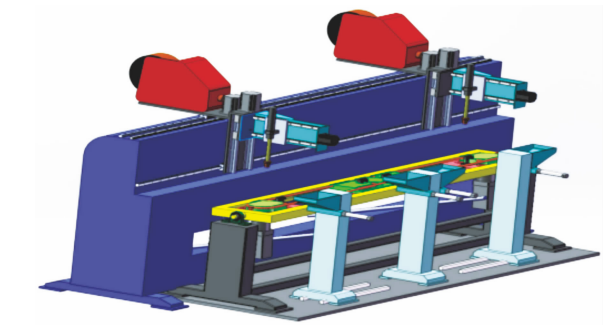


图 3 穿带自动冷弯焊接一体机效果图

Fig. 3 Demonstration of integrated automatic cold bending and welding machine for threading

2.4 PLC 整体控制系统

穿带自动化加工装置控制系统由 PLC 编程加触摸屏人机界面控制,操作简单方便,工作性能稳定可靠,集机、电、气、控于一体。程序设置配方组,以便更换不同工件时焊接参数自动调入,没有焊接经验的工人也能操作机器。

3 应用效果

穿带自动冷弯焊接一体机的应用,实现了钢筋冷弯、短钢筋下料及其压紧、焊接等穿带加工的自动化,各机构之间协调配合一次性成型,提高了加工效率;采用伺服电动机带动冷弯模具弯曲到位,省去了人工整形,采用三维联动自动焊接,大大提高加工质量;设计两侧冷弯模具及进料仓手动可调,可加工型号不同的穿带;实现机械化批量生产,降低了能耗,操作简单方便,原来穿带加工需 3 人配合完成,现仅需 1 人,节约了人工成本;降低了外购穿带高人工费、高材料费、

高运输费的成本开支,自制成本为外购成本的 40 %,可大大节省穿带支护的成本支出。

4 结 语

穿带自动冷弯焊接一体机可根据井下支护需求制作多规格穿带,即时供应,立等可取,无缝对接井下一线支护需求,实现了穿带从原料到成品的标准化、批量化、自动化流水生产,在满足加工规格与使用要求的同时,提高了生产效率,为矿山井下支护提供有力保障。该装置的成功应用说明,机、电、液一体化技术可以广泛应用于矿山生产设备设施的优化改造和研发中,实现“机械化换人、自动化减人、智能化无人”。

[参 考 文 献]

[1] 陈进泽. 自动焊接技术在机械加工中的应用分析[J]. 冶金管理,2021(17):1-2.

[2] 宋娟. 浅谈自动焊接技术在机械加工中的应用[J]. 内燃机与配件,2021(16):216-217.

[3] 李娜. 气动技术在冲压行业中的应用[J]. 液压气动与密封,2016,36(2):73-75.

[4] 王玮,于宏业,白鹏,等. 管控一体化技术在乌山铜钼矿选矿厂的应用[J]. 黄金,2012,33(11):41-45.

[5] 姜川,许世范. 数字矿山——矿山企业信息化的方向[J]. 黄金,2004,25(5):25-28.

[6] 王庆凯,杨天皓,莫雪磊,等. 黄金矿山智能选矿厂建设关键技术研究与应用[J]. 黄金,2023,44(9):69-74.

[7] 侯利华. 机电一体化在矿山机械中的应用[J]. 硅谷,2012(1):129.

[8] 中国机械工程学会焊接学会. 焊手册:焊接方法及设备[M]. 3 版(修订本). 北京:机械工业出版社,2016.

[9] 黄志全,邱荣武. 铬铝合金机械用钢的热处理工艺研究[J]. 制造业自动化,2015,37(11):100,112.

[10] 高鹏,韩伟. 金属材料在机械设计中的选择与应用分析[J]. 世界有色金属,2018(21):29-30.

Research and application of an integrated machine of automatic cold bending and welding for threading

Li Honghong

(Jiaojia Gold Mine, Shandong Gold Mining (Laizhou) Co., Ltd.)

Abstract: To improve threading processing efficiency and meet production requirement, by step-by-step research and integration of processes such as threading flattening and positioning, cold bending forming, thread forming on a rotary worktable, a reinforcement bar (short rebar) conveying and feeding device, setting a detection and adjustment function, a dual-gun 3D linkage automatic welding device, and a PLC integrated control system, the standardized, mass-producing and automated assembly line production of threading from raw materials to finished products was achieved. This allows for the production of various specifications of threading based on underground support needs, providing immediate supply, ready-to-use products, and seamless integration with underground frontline support requirements. This ensures strong support for underground support in the mining department, fully achieving self-sufficiency in threading production.

Keywords: threading processing; automation; cold bending; welding; integrated machine