

矿用中部槽智能化焊接生产线的设计研究

薛岩

(中煤张家口煤矿机械有限责任公司 河北 张家口 076250)

摘要: 随着技术的发展和进步以及人工成本的增加, 各大煤机制造厂家都先后提出中部槽智能化焊接生产线的战略目标。本文结合实际工作经验, 对矿用中部槽智能化焊接生产线的设计进行研究和讨论, 对其中关键点进行分析对比说明, 为中部槽智能化焊接生产线的实施提供一定的技术支持。

关键词: 中部槽; 机器人焊接; 智能化焊接生产线;

0 引言

当前, 矿用中部槽主要有两种结构: 整体铸造式中部槽和铸焊结构中部槽。整体铸造式中部槽为一次浇铸成型, 不需要组焊。铸焊结构中部槽由铸造槽帮、高强耐磨钢板经加工组装焊接而成。两种结构中部槽各有一定市场占有率。本文主要对铸焊结构中部槽的智能化焊接生产线进行研究和讨论。

中部槽作为刮板输送机的重要组成部分, 按总长度计算, 约占整个刮板输送机的 80% ~ 90%, 其中部槽生产效率直接影响到整机交付时间, 焊接质量直接影响到整个综采面的生产效率。随着科技的发展和进步, 中部槽的焊接方式经历了手工焊条焊、二氧化碳气体保护焊、专机焊接、单站式机器人(示教-再现型)焊接等过程, 其各种焊接方式都需要大量人工参与。近年来, 由于人工成本的增加, 焊工培养周期过长, 人工焊接质量风险, 以及视觉识别技术、人工智能技术、网络通讯技术、仿真模拟技术等高速发展, 各大煤机制造厂家先后提出中部槽智能焊接生产线的战略目标, 积极与机器人设备制造厂家进行合作研究, 其中各别厂家已经迈出实质性的一步, 初步建成生产线并投入应用。

人工智能是计算机科学的一个分支, 它企图了解智能的实质, 并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器, 该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。而在机械工程中运用人工智能技术能够在很大程度上提升煤矿生产流程的整体效率, 也能够有效减少因人为操作失误而引起的生产事故。另外, 人工智能还能够在相对恶劣的环境下代替人工去完成操

作, 极大地提升了生产流程的安全性。

1 中部槽结构及焊缝特点

中部槽主要由挡铲板槽帮、中板、底板、弯板、轨座等零部件组成, 具体如下图所示。其中, 中板与挡铲板槽帮的焊缝为双面 V 型直焊缝, 底板与挡铲板槽帮的焊缝分为内焊缝和外焊缝, 分别为单 V 型直焊缝和直道角焊缝, 相比较焊缝结构简单; 弯板、轨座与挡板槽帮的焊缝为异性曲面焊缝, 焊缝中存在直角拐弯处, 空间也相对较小, 整体焊缝相对比较复杂。

2 传统手工焊接与机器人焊接劳动强度和操作安全对比分析

刮板输送机中部槽焊接多采用手工焊接或半自动化机械焊接。随着工业机器人焊接技术的发展, 工业机器人焊接替代手工焊接或半自动化机械焊接中部槽已成为行业发展的趋势。本文分析了中部槽焊接工艺特点, 给出了中部槽机器人焊接方案, 详见表 1, 并针对中部槽机器人焊接与传统手工焊接的培训成本、焊接效率、焊接质量、劳动强度及操作安全等进行了论述。结果表明:

(1) 相对于传统手工焊接人员培训, 工业机器人焊

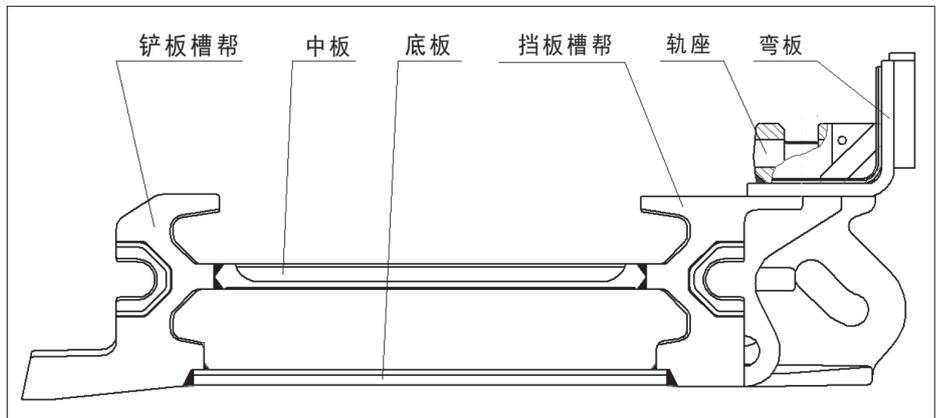


图 中部槽结构

表1 传统手工焊接与机器人焊接对比

序号	焊接方式	传统手工焊接	机器人焊接
1	翻活方式	采用人工指挥, 天车勾吊、翻转, 存在较大安全风险	通过编程事先设定变位姿态命令, 工件翻转是人不参与, 安全风险低
2	焊接时操作者劳动强度	操作者手持焊枪, 根据焊缝位置不同时变换姿势焊接, 劳动强度很大	操作者只需编程和找正工件, 焊接时, 操作者站在一旁观察机器人焊接熔池, 确认机器人焊接状态即可, 劳动强度小
3	焊接过程休息频率	平均每60min, 休息10min, 休息期间焊接工作停止	操作者劳动强度小, 一般不需要刻意休息。焊接机器人可以满足长时间工作
4	焊接操作受温度的影响	预热温度较高导致操作者高温的不适, 休息频率与休息时间明显增加	操作者不直接参与焊接, 预热温度不影响焊接机器人操作

接人员培训:学习内容少,实操练习频次少、培训成本低,培训周期短等优势,其中工业机器人焊接培训时间较传统焊接降低了95%;同时,机器人焊接人员在辞职后能够迅速培养新人员顶替岗位,降低公司因焊接操作人员流动造成的损失。

(2) 机器人焊接中部槽比手工焊接中部槽焊接效率提高了37%;除中板焊接外观一致外,中部槽其余焊缝外观成型,机器人焊接均优于手工焊接。

(3) 相对于手工焊接中部槽,机器人焊接能够明显减轻焊接操作中各个环节的劳动强度,提高焊接工件翻转的安全性,同时也避免了操作者的高温不适,其中机器人焊工焊接过程休息频率较传统手工焊接降低了100%。

3 中部槽智能化焊接生产线的研究与讨论

中部槽虽然在刮板输送机中占比较大,但是由于其结构的多样性、非标性,使得其生产模式主要为小批量多品种。根据中部槽结构特点,中底板的焊缝主要为直焊缝,易实现智能化焊接;由于弯板轨座焊缝的复杂性,不建议采用智能化焊接。

中部槽智能化焊接生产线主要解决挡铲板槽帮、中板、底板焊接、翻个、转序等等工序,目的是提高中部槽焊接生产效率,提升产品质量,改善工作环境,降低工人劳动强度,最终实现“机械化替人,自动化减人”。

为保证中部槽智能化焊接生产线高效、柔性、快捷使用,在进行线体设计时,应关注解决以下几方面问题。

3.1 生产节拍

在进行生产线设计初期,必须确定好生产目标,从而确定整条生产线各环节的时间,即生产节拍。生产线的工作是一种高度连续的生产过程。如果在生产节拍核定上发生偏差,整条生产线就会流转不畅,造成设备闲置浪费,从而达不到预期效果。

3.2 物料信息识别

如何准确快速地将工件信息告知系统,是整条生产线智能化运转的基础。当前物料信息识别,主要通过声、

光、磁等方式获取物料特征信息。在此重点对射频识别和扫码识别进行对比。

射频识别又称无线射频识别,提前将工件信息录入射频卡,并固定在工件上,通过识别器进行识别记录工件信息,无需识别系统与工件之间建立机械或光学接触。

扫码识别是提前将工件信息制成识别码,并固定在工件醒目位置,在流转过程中,识别码必须进入识别器一定范围内,才能识别录入工件信息。

综合表2对比情况,在线体内使用射频识别技术相比更加便捷,利于线体识别物料信息。

表2 射频识别与扫码识别对比

对比项	射频识别	扫码识别
生产成本	高	低
识别范围	广	一定范围距离
位置要求	无具体限制	醒目位置
信息存储量	相同	相同
重复利用	可重复利用	不可重复利用

3.3 柔性夹具

由于中部槽结构的非标性、多样性,为了便捷生产,满足快速换型的要求,实现柔性混线生产的目标,就必须解决夹具的问题。

夹具主要有随行夹具和可调整夹具两种形式。

(1) 随行夹具:在工件进入线体前,由人工安装于工件上,随工件一起在线体内进行流转。工件焊接时,机器人只需夹紧随行夹具。优点是:避开中部槽结构复杂非标问题,使得机器人与随行夹具之间发生关系,简化夹具设计;缺点是:现场需要一定数量的随行夹具。

(2) 可调整夹具:在进行夹具设计时,需要考虑一定程度量的不同结构的中部槽,确保夹具调整最优化,方便生产换型。优点是:现场相对比较整洁;缺点是:夹具设计复杂,适应性具有一定的局限性。

综合对比,随行夹具能够简化夹具设计,规避掉中部槽多样性非标性的问题,在设计是只需要考虑工件质量的问题,能够在一定程度上增强生产线的适应性,便于实现混线柔性生产。

3.4 质量控制

生产效率是需求,质量是保证。线体在设计时,必须考虑中部槽生产的质量控制。焊接机器人本体技术相对比较成熟,基本能够满足线体生产需求。在此,不对机器人本体进行过多讨论,重点是对线体焊接时质量控制需求方面进行讨论。

由于铸件及产品组装精度，中底板焊缝在尺寸上存在约有 ±2mm 的误差范围。这就需要焊接机器人具有扫描并生产焊缝三维尺寸的功能，具有自适应多层多道焊接功能，自动规划多层多道焊接方案包括焊接层数、道数，及每一道的焊接参数、摆动参数、焊接轨迹和焊枪姿态，确保焊接的内在质量。

在检修完成之后要保证设备各个部件之间都是紧密连接的，并且要将防爆面处理得当。在施工范围之内内的还要及时进行卫生清理，将废弃物及时进行回收，以免遗失之后影响设备的运转。除此之外还要对所有使用的工具进行清点；在对短路接地线进行拆除的时候应该要先将其设备一端的紧固点进行拆除，然后再拆除接地一端的。只有完成所有操作之后才能够进行送电，等到送电正常之后先要进行单机试运转，正常后进行联机试运转，只有正常运转 30min 以上检修人员才能够离场。

3.5 物流系统

物流系统将整条生产线串联起来，直接影响到整条线体生产流畅度。由于中部槽质量及生产形式的限制，当前生产线主要采用 RGV 物流车转运、AGV 物流车转运两种形式。

根据表 3 对比情况，可以看出两者各有优缺点。但是，从长远发展角度来分析，AGV 物流车更加自由灵活，后期线体升级改造时，相对更便捷，可以根据实际生产需求，进行随意调整，综合改造成本相对较低。

4 结语

随着智能技术、通信技术等科学技术的发展，人口红利的逐步消失，智能化、无人化工厂是所有制造企业发展的一种必然趋势。通过总结个人经验，与大家进行交流讨论，期待各大煤机制造企业集各家之长，设计制造出属于自己的智慧工厂。

参考文献：

[1] 张林，孟庆良. 供给侧改革背景下煤机产业应对与战略调整 [J]. 煤炭经济研究, 2016, 10(28): 46-50.

表 3 RGV 物流车与 AGV 物流车对比

对比项	RGV 物流车	AGV 物流车
载荷	≥ 10T	≥ 10T
导航形式	有轨输送	无轨输送
定位精度	带定点, ±0.5mm 不带定点, ±20mm	±10mm 最高 ±5mm
输送速度	0 ~ 0.8m/s	0 ~ 0.8m/s
灵活性	较差	较好
占用空间	轨道占用固定空间	不占用固定空间
动力源	滑轨供电	电池供电
单台成本	低	高
现场状况	沟槽、导轨 现场相对杂乱	磁条、激光导航 现场相对整洁
后期升级	升级成本大	升级便捷
优势	连续运行, 成本低	柔性好, 升级便捷
劣势	柔性差, 占地大	成本高

[2] 牛艳奇, 商德勇, 庞义辉, 等. 煤机装备智能制造发展路径与关键技术研究 [J]. 煤炭技术, 2021, 05(10): 157-160.

[3] 周声远. 煤矿井下高压供电安全技术措施的研究 [J]. 军民两用技术与产品, 2015(24): 68.

[4] 李政. 煤矿井下高压供电系统失压保护技术的研究 [J]. 科学技术创新, 2017(19): 35-36.

[5] 高健. 中部槽焊接工艺技术研究及应用研究 [J]. 企业文化 (中旬刊), 2016(12): 254.

[6] 林伟, 张侗, 王兆强. 刮板输送机中部槽再制造工艺及装备研究 [J]. 科技经济导刊, 2020(17): 54.

[7] 朱晓欢, 张磊, 李明. 煤矿掘进机铲板自动化焊接生产线规划与应用 [J]. 信息记录材料, 2018, 19(6): 184-185.

[8] 崔海兵, 郭翠绵. 矿用刮板机中部槽焊接质量的优化改进 [J]. 机械管理开发, 2018, 33(12): 75-76.

作者简介: 薛岩 (1984-), 男, 汉族, 山西运城人, 本科, 工程师, 研究方向: 刮板输送机生产。