

基于悬臂埋弧焊机的焊接机器人改造分析

蔡俊 严忠华 孙文锦

(方大特钢科技股份有限公司 江西 南昌 330012)

摘要: 由于悬臂埋弧焊设备仅具备直段平焊的单一功能,因此设备每次操作只能完成纵向单直缝焊接,无堆焊功能。本文介绍了将这类悬臂埋弧焊设备改造成直角坐标焊接机器人的实践,通过效果对比,满足了更多异形复杂工件的堆焊需要,实现了三维空间的自动堆焊功能,焊接质量及效率大幅度提升。

关键词: 自动堆焊;焊接机器人;设备改造;探索

0 引言

随着科技水平的提高,工业生产的智能化也得到了快速发展,尤其在制造行业中焊接技术的应用有着极为重要的份额,而焊接环境本身存在较多的污染物,焊接机器人不仅能够从根本上减少操作人员的实际工作量,使得焊接效率得到大幅度的提高,还能够创建更为良好的工作环境。所以焊接机器人的应用对于制造业的发展有着重要的作用,能够创造出更高的经济价值。

1 现状及问题的提出

在钢厂内经常需要对大型复杂的一些工件进行堆焊、修复处理(如炼铁工序用到的单辊等),主要是利用自动悬臂埋弧焊机等设备和人工进行焊接处理。但悬臂埋弧焊设备只能进行单一方向轴线上的直线作业,在对较为复杂的工件进行焊接时,必须多次调整焊接设备位置,工件也需反复调整作业工位,劳动强度大,作业效率低,已不适合较大型工件的焊接作业。因此,急需寻找到能够适用复杂工件焊接的设备,或对现有设备进行改造以满足工件的焊接需求,提高作业效率。

2 问题分析及解决方案

2.1 悬臂埋弧焊机设备结构原理分析

自动埋弧焊机按照工作需要做成不同的形式。常见的有焊车式、悬挂式、机床式、悬臂式、门架式等。自动埋弧焊机的主要功能为:连续不断向焊接区送进焊丝;传输焊接电流;使电弧沿接缝进行移动;控制电弧的主要参数;对焊接的起动与停止进行控制;向焊接区辅施焊剂;焊接钱调节焊丝端的位置;等。

自动悬臂埋弧焊机有三个方向的独立直线运动,其中横向(Y 方向)和垂直方向(Z 方向)只有靠手动操

作开关按钮实现定位功能,纵向(X 方向)可通过手动操作开关按钮,使电机驱动涡轮减速机带动台车架作低匀速直线运行从而实现直线单缝埋弧焊接。

为解决工件多维度方向的焊接工作,减轻操作人员的劳动强度,提高作业效率,选择了对一台旧的悬臂埋弧焊机进行实验性改造,将其改造成焊接机器人。

2.2 改造后需要实现的功能

焊接机器人主要由焊接设备和机器人两部分组成。在工业生产制造中,焊接机器人还具有如下几方面优点:工作状态稳定,能够有效提升焊接质量,只需将焊接机器人工作的内容和焊缝轨迹规划好,即可保证在断电的状态下稳定工作;能够大幅提升工作效率;能够有效改善工人的工作环境并减轻劳动强度。焊接机器人最大的特点就是柔性化,可以通过编程方式改变焊接轨迹及焊接顺序,适用于品种变化大、焊缝多、形状复杂的工件。

通过对自动悬臂埋弧焊机进行改造,要求实现焊机的焊枪在四个方向的自由度,即 X 、 Y 、 Z 方向的自由度和焊枪旋转方向(C)的自由度(图1)。且可实现离线编程,也可采用示教器编程,使四个自由度协调动作,从而对悬臂埋弧焊焊臂末端处的焊枪进行三维空间数控控制,工件能进行三维空间堆焊并有良好的焊接质量,稳定性好,提高作业效率,连续作业时间长,减轻操作人员的劳动强度。

3 改造方案

立足现有装备,选择了一台旧的自动悬臂埋弧焊机(型号为 $XMZ-2 \times 1$)进行实验性改造,该焊机主要由三部分组成:整台车行走机构(轨距为1500mm);焊机、焊丝摆放的机构框架;机构框架正面有机头行走机构及机头。可制作H型钢高度:200~1000mm;焊接

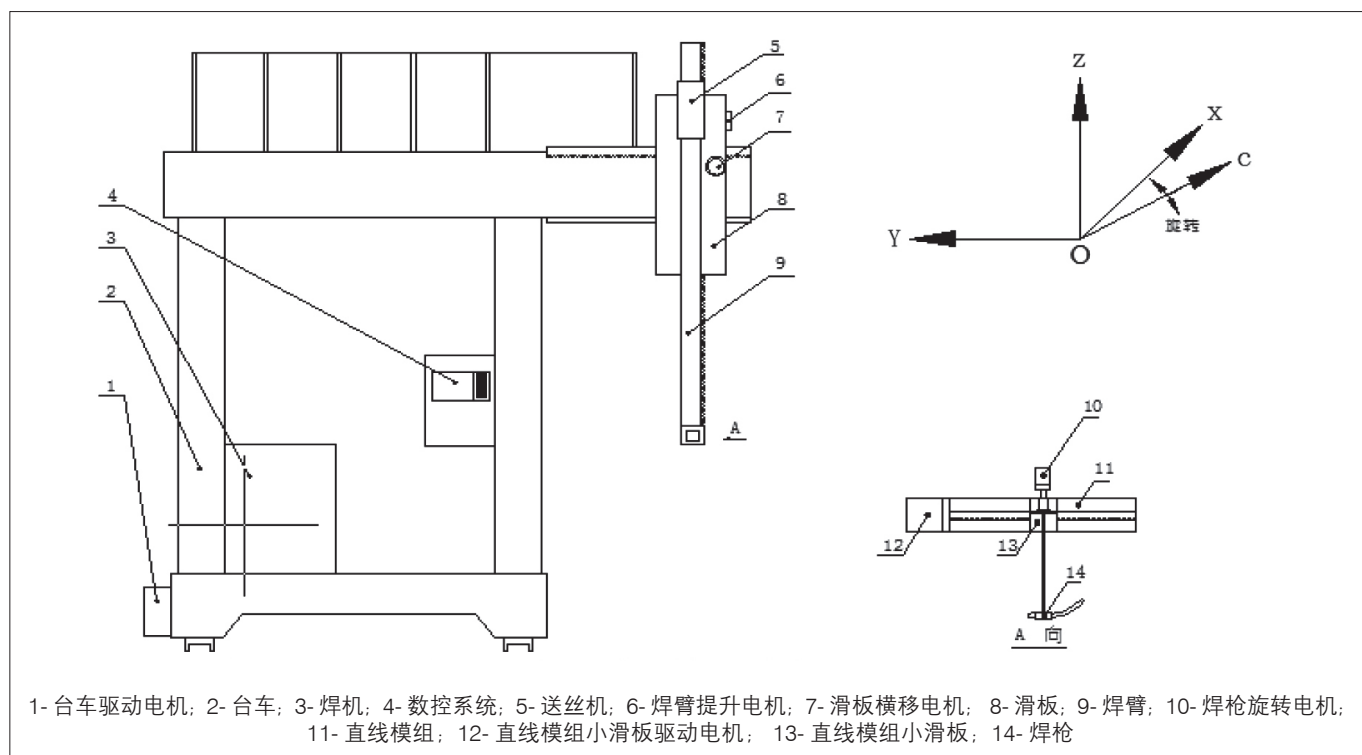


图1 焊接机器人结构组成示意图

速度: $0.25 \sim 1.25\text{m/min}$; 电源: $380\text{V}/55\text{Hz}$; 主机功率: 110kW 。具体改造方案如下。

(1) 保留悬臂埋弧焊机台车的驱动装置, 保持原来行走方向不变, 并对整体台车的行走方向 (X 方向) 进行单独控制长距离运动定位功能, 但是在该方向上需要新增一套直线模组, 安装于原焊臂 (图1中序号9) 的末端, 并给直线模组配置步进电机, 控制滚珠丝杆旋转, 通过数控驱动直线模组上的小滑板在纵向 (X 方向) 运动。

(2) 将驱动滑板 (图1中序号8) 上安装的原 0.37kW 的交流电机更换成步进电机 (图1中序号7), 因电机输出轴直径不同, 需新增一套过渡连接装置, 使新步进电机与原传动装置互连。这样就可实现滑板 (图1中序号8) 在台车横梁上作横向 (Y 方向) 移动的数控控制功能 (图2)。

(3) 将驱动滑板 (图1中序号8) 的原 0.18kW 交流电机更换成步进电机 (图1中序号6), 因电机输出轴直径不同, 需新增一套过渡连接装置使新步进电机与原传动装置互连, 这样就可实现焊臂 (图1中序号9) 在滑板 (图1中序号8) 上作垂直方向 (Z 方向) 数控运动, 同时为保证对大型工件进行焊接作业, 对焊臂行程 (图1中序号9) 增加了上下方向的 1.5m 行程。

(4) 上述 X 、 Y 、 Z 三轴的数控驱动功能可控制焊枪 (图1中序号14) 的运动轨迹, 同时为了实现焊

枪姿态 (焊枪对焊缝的角度) 的控制, 需再新增焊枪的旋转数控运动功能 (C 方向)。因此在直线模组 (图1中序号11) 的小滑板上通过安装一台小功率步进电机, 并设计一套连接装置, 实现对焊枪 (图1中序号14) 的旋转数控控制。焊枪水平安装可实现横焊堆焊功能, 也可垂直安装实现平焊堆焊功能。

(5) 焊接电源更换: 原焊接电源为埋弧焊机, 为了实现堆焊焊接的需要, 更换为 NBC500 二氧化碳气保焊机, 并将送丝机 (图1中序号5) 固定安装在焊臂 (图1中序号9) 上, 使送丝机可随焊臂 (图1中序号9) 动作。

(6) 加装数控系统: 采用北京斯达峰控制技术有



图2 滑板结构

限公司生产的 SF-2016HJ 四轴法线跟踪焊接数控系统，可控制三个直线轴（X、Y、Z），以实现焊枪运动轨迹数控化，同时可控制一个旋转轴（C）实现焊枪运动姿态数控，也可任选一轴实现摆动焊接，摆幅、周期均可设置。采用该系统可离线进行 CAD 绘图编程，绘制的图像通过软件换成 G 代码来控制焊枪的运动轨迹，多种不同工件焊接只需变化控制程序，就可实现数控焊接。该数控系统控制流程如图 3 所示。

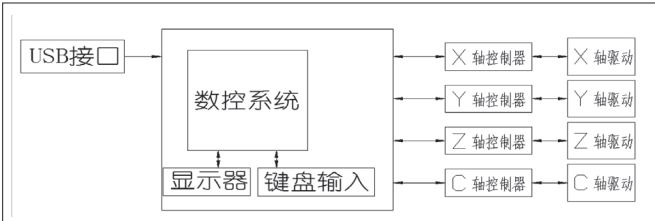


图 3 控制系统组成

4 应用与效果

自动悬臂埋弧焊机改造成焊接机器人后，选取了一套钢厂烧结工序使用的有多个交叉齿的单辊进行自动堆焊作业试验（图 4）。该单辊结构复杂，有 5 个面，共 24 个齿爪需要堆焊处理。以前处理此类工件堆焊，工序复杂，效率低，焊接人员劳动强度大，处理周期长。本次采用改造后的焊接机器人来对该工件进行堆焊处理，通过 CAD 绘图编程输入参数后进行模拟四轴空运行，其运行轨迹符合要求，随后正式开始堆焊。工件堆焊处理完成后，经与手工堆焊效果对比见表，焊接效果明显优于手工堆焊效果，且焊接作业效率得到大幅度地提升。

改造后的焊接机器人通过对复杂工件堆焊的焊接试验，实现了三维空间自动焊接作业，且单人即可控制设备进行焊接操作（图 5），达到了设想的改造目标，并且焊接质量稳定、焊缝质量良好（图 6），改造取得很好的效果，同时作业效率大幅度地提升，很

表 效果对比

焊接方式	焊缝直线度/mm	焊缝高低差	焊缝宽窄差	外观质量	效率
手工堆焊	1 ~ 2	1.5	1.5	凹凸不平	6 人 10 天完成焊接作业
改造后自动堆焊	0 ~ 0.5	0.5	0.5	平直美观	1 人 8 天完成焊接作业，提高效率 7 倍多

大程度上减轻了焊接操作人员的劳动强度。

5 结语

经过对悬臂埋弧焊机的机构分析，并结合冶金行业复杂工件的焊接需求，通过对原有焊接设备的自行实施改造，实现了焊接机器人的功能要求，从使用效果、焊接效率、焊接质量等方面来分析，均达到了改造目标，解决了冶金行业大型复杂加工件的自动焊接处理难题，



图 4 单辊



图 5 单人操作自动堆焊焊接过程



图6 自动堆焊效果

焊接效率和质量也得到了大幅度提高。

参考文献:

[1] 林万杰. 焊接机器人在焊接技术应用中的

关键技术探究[J]. 时代农机, 2018, 45(04): 124.

[2] 王彩凤, 丁志远, 雷宁宁, 等. 焊接机器人在工程机械行业的应用现状及发展趋势[J]. 金属加工(热加工), 2020(06): 3-6.

[3] 成大先. 机械设计手册: 第5版[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.

[4] 裴含忠. 试论焊接机器人系统可靠性设计技术的研究与应用[J]. 现代制造技术与装备, 2018(07): 86-87.

[5] 王敏, 吕学勤, 瞿艳, 等. 机器人驱动方式及其在焊接机器人中的应用[J]. 机械制造文摘, 2018(02): 25-30.

作者简介: 蔡俊(1973.03-), 男, 汉族, 本科, 工程师, 研究方向: 设备管理及技术改造项目。

(上接第11页)

母副带动移动车厢在运行轨道上做直线运动, 移动车厢带动转盘门移开二元段洞口。平移伺服电机正转, 移动车厢带着转盘门回到平面滚动轴承正上方(图5)。

3 保护措施

翼型旋转角度和振动角度的极限位置都装有限位器, 关键时刻可强行停止模型的运动。

平移机构、起升机构、吊装机构的极限位置, 都装有位置传感器或者限位器, 起到定位和冲程保护的作用。

同时, 在程序上也设有软限位保护。

4 结语

此二元段上转盘门的设计, 具有以下四个特点:

(1) 结构更简单, 旋转更平稳轻便, 转角精度较高, 对中性、重复性好。

(2) 可进行360°旋转, 在蜗轮磨损严重时, 方便转到新接触面继续使用, 延长了蜗轮的使用寿命。

(3) 除翼型常规试验外, 该转盘门还可以直接进行翼型震动试验, 省去了原有的一套震动机构和更换震

动试验专用转盘门的繁琐工作量。

(4) 转盘门自重减轻, 可实现开合自动化, 拆装维护更加方便快捷。

参考文献:

[1] 孙桓, 陈作模. 机械原理: 第5版[M]. 北京: 高等教育出版社, 1996.

[2] 王时任, 郭文平. 机械原理及机械零件[M]. 北京: 高等教育出版社, 1983.

[3] 杨可桢, 程光蕴. 机械设计基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 1988.

[4] 濮良贵, 陈定国, 吴立言. 机械设计: 第9版[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013.

作者简介: 张理(1966.06-), 男, 汉族, 陕西铜川人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 机械设计; 陆森林(1963.10-), 男, 汉族, 陕西西安人, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向: 实验空气动力学、流体机械设计。