

钢结构安装自动焊接机器设备开发应用研究

诸亮 王凯 程凯

(星空绿筑(浙江)科技有限公司 浙江 宁波 315048)

摘要:为缓解建筑钢结构安装施工中焊接技工日趋缺乏且人工成本不断增高的难题,研究开发相应的自动焊接机器设备来替代手工焊接,不失为解决问题的途径之一。本文研究了自动焊接机器设备的结构组成、功能机理、应用场景等。这种机器设备针对建筑钢结构安装施工中钢柱对接的焊接而研发,如得以实际应用,可在一定程度上缓解建筑钢结构安装中焊工短缺的压力,同时有利于提高焊接外观质量的稳定性和一致性,具有较强的实用性。

关键词: 钢结构安装; 钢柱对接; 自动焊接; 机器设备

0 引言

房屋建筑钢结构安装施工中,各构件之间装配连接都需要焊接,传统方式为电焊机手工焊接,其中每节钢柱安装对接处的焊接工作量相对较大,焊工的劳动强度也大。随着愿意从事建筑钢结构安装焊接的技工越来越少且人工成本越来越高,焊工短缺的压力也越来越大。

建筑钢结构柱、梁框架安装施工,是先将每一节同平面的钢柱与基础平面、下一平面的每一节钢柱对应连接定位,然后用钢梁将同平面的每节钢柱相互连接成一体,对钢柱、钢梁的标高和垂直度及水平度检测矫正后,在它们的连接处进行焊接固定。通常钢柱截面为矩形,钢管、钢梁为H型钢,其中钢柱之间对接面的四条边需全部焊接,焊接工作量相对较大,这为机器自动焊接提供了相对较好的条件。如钢柱对接面采用机器进行焊接,则可替代手工焊接以减轻焊工的劳动强度、缓解焊工短缺及人力成本增高的压力。

1 钢柱焊接工况条件和对机器功能的基本要求

1.1 钢柱焊接工况条件

根据钢结构深化设计,钢柱对接是将上一节钢柱的底端与下一节钢柱的顶端同轴竖向连接。下节钢柱顶端为

平面端隔板,上节钢柱底端为管端面坡口加钢衬垫,两者在连接处形成横截面为单边梯形的沟槽,即为需要焊接的焊缝,如图1所示。

上节钢柱底端坡口角度根据钢管壁厚不同,一般为 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$;扁条状钢衬垫装配时紧贴管壁内四条边并外露一定长度,上节钢柱底端钢衬垫平面与下节钢柱顶端隔板同轴线连接;四条直边焊缝由机器自动焊接,四个拐角由人工加以补焊,由此完成钢柱对接安装固定的施工要求。

1.2 对机器功能的基本要求

根据焊接工艺质量要求,采用机器设备焊接时,机器设备需具备以下功能:

- (1) 焊枪头部能做三维直线运动;
- (2) 焊枪头部能竖向、平向摆动;
- (3) 焊枪轴线竖向倾斜角度可调节;

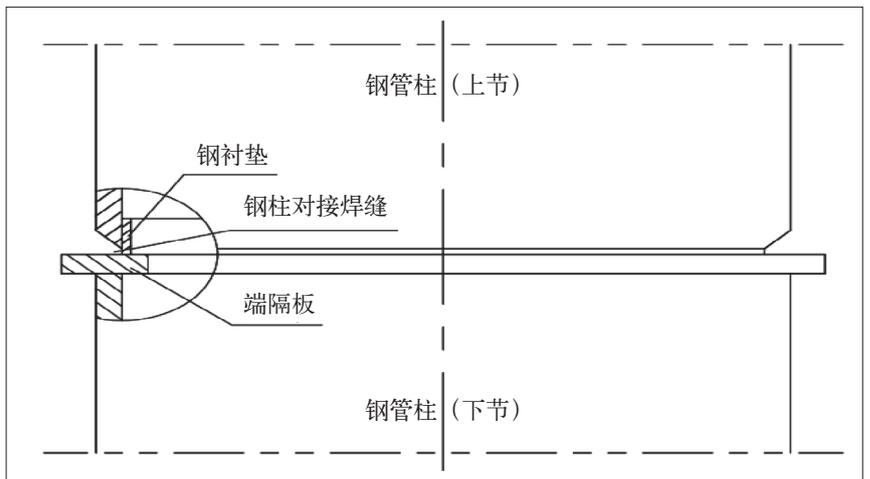


图1 管柱对接示意图

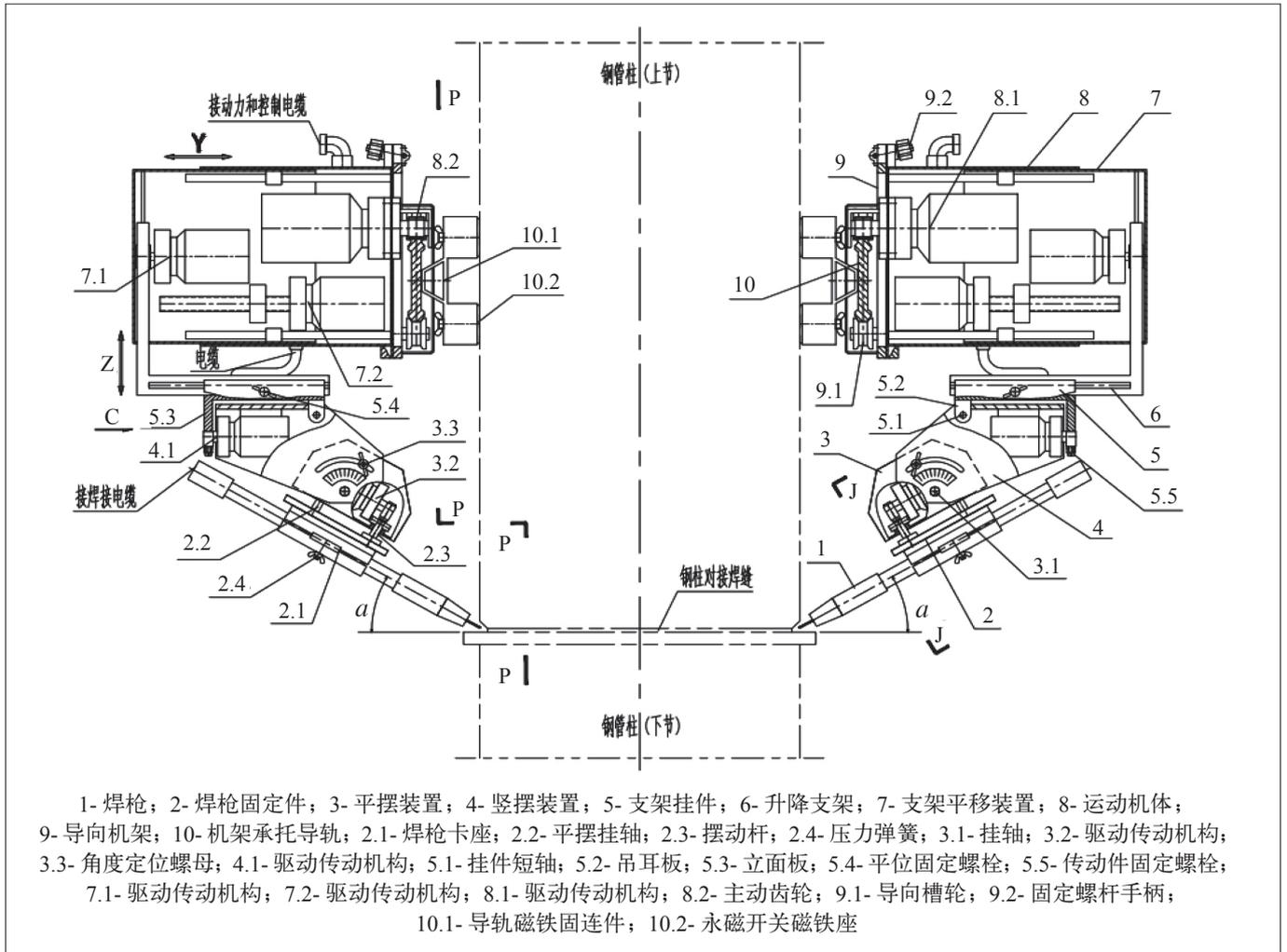


图2 机器设备组成及应用场景示意图

(4) 机器在钢柱上便于安装和拆卸。

2 机器设备组成

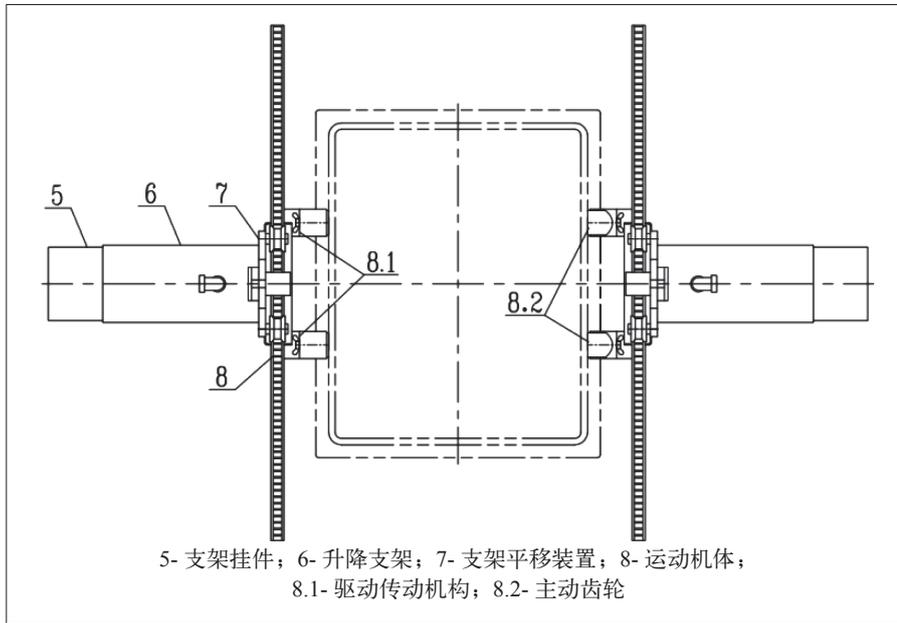
机器设备主要由焊枪、焊枪固定件、平摆装置、竖摆装置、支架挂件、升降支架、支架平移装置、运动机体、导向机架和机架承托导轨组成，如图2~图4所示。另配备电焊机（含送丝机，以下相同）、焊接操控器和主控箱，为焊枪的焊接工作提供电源并进行运行控制^[1]。

3 机器设备功能机理

如图2、图4和图5所示，焊枪固定件的下部由焊枪卡座承装焊枪，上部通过平摆挂轴和摆动杆、平摆装置连接。平摆装置通过挂轴与竖摆装置连接，并可通过挂轴的转动角度来调整焊枪的俯角姿态；平摆装置内设置驱动传动机构，通过驱动摆动杆往复

摆动使摆动杆的下端带动焊枪固定件绕平摆挂轴摆动。调整偏心轮的半径或偏心距可改变摆动杆的平摆幅度，调整驱动传动机构的电量参数可改变摆动杆的平摆频率。平摆装置两侧的同轴线挂轴与竖摆装置居中装配连接，在竖摆装置的两侧板上以挂轴为圆心对称开设一段圆弧槽孔，在槽孔的下方设置角度标记牌（每10°一条标记线）。在平摆装置两侧对应槽孔的竖向中心位置各设置一个长螺杆，并装配角度定位螺母；平摆装置绕挂轴转动，焊枪轴线与钢柱对接面所需夹角位置采用角度定位螺母锁定。

如图2和图6所示，竖摆装置与支架挂件连接，竖摆装置内设置驱动传动机构，通过偏心轮在立面板传动孔中的圆周转动，使竖摆装置以挂件短轴和吊耳板为转动支点作竖向往返摆动，从而带动平摆装置、焊枪固定件及焊枪头部作竖向往返摆动。调整偏心轮的半径或偏心距可改变竖摆装置的竖摆幅



5- 支架挂件；6- 升降支架；7- 支架平移装置；8- 运动机体；
8.1- 驱动传动机构；8.2- 主动齿轮

图3 机器设备组成及应用场景俯视图

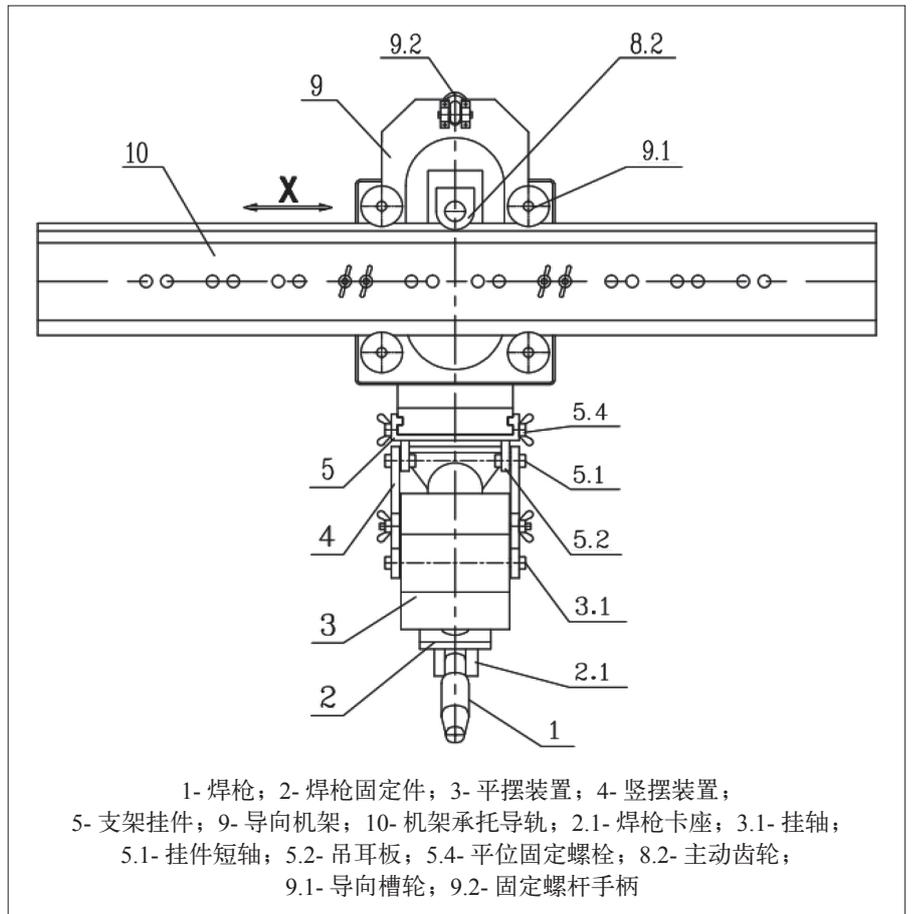
度，调整驱动传动机构的电量参数可改变竖摆装置的竖摆频率。

如图2和图4所示，支架挂件与升降支架采用滑槽装配连接，使支架挂件相对升降支架平移滑动，并由平位固定螺栓进行固定，以此调整焊枪头部与对接焊缝的工作距离。升降支架在竖向与支架平移装置内的驱动传动机构相连接，使升降支架带动与其连接的部件和焊枪竖向移动。支架平移装置与运动机体插接装配于一体，通过设置在运动机体中的驱动传动机构驱使支架平移装置相对运动机体纵向平行伸缩移动，从而带动与其连接的部件和焊枪相对钢柱表面水平移动。

如图2~图4所示，运动机体与导向机架装配，采用固定螺杆手柄进行固定，导向机架与机架承托导轨装配连接。运动机体的驱动传动机构通过主动齿轮与机架承托导轨上的齿条相啮合，使运动机体带动与其连接的部件和焊枪沿机架承托导轨作横向直线运动。导向机架设置两组（共四个）导向槽轮，各槽轮分别与机架承托导轨上、下

沿边相连接，为运动机体在机架承托导轨上的直线运动提供导向。机架承托导轨的一侧通过导轨磁铁固连件与装有两组（共四个）永磁开关磁铁座的磁铁组相连接，利用磁铁组的吸附力使机架承托导轨固定在钢柱表面上，为运动机体及其所连部件提供稳定支撑。两组永磁开关磁铁座装配于导轨磁铁固连件的箱槽中，并采用两组螺栓螺母与机架承托导轨连接固定；在机架承托导轨本体上制备若干组通孔，以满足两个磁铁组安装间距调整的需要。

焊接操控器、主控箱与电焊机相连接，电焊机与运动机体相连接。焊接操控器对平摆装置、竖摆装置、升降支架、支架平移装置、运动机体、导向机架的动作以及电焊机、焊枪的自动检测与焊接工作进行现场操控。主控箱配备焊接软件和数控系统，根据



1- 焊枪；2- 焊枪固定件；3- 平摆装置；4- 竖摆装置；
5- 支架挂件；9- 导向机架；10- 机架承托导轨；2.1- 焊枪卡座；3.1- 挂轴；
5.1- 挂件短轴；5.2- 吊耳板；5.4- 平位固定螺栓；8.2- 主动齿轮；
9.1- 导向槽轮；9.2- 固定螺杆手柄

图4 图2的P-P剖视图

焊缝检测 results 和相应的工艺参数，对机器运行和焊枪的焊接工作过程进行程序自动控制^[2]。

4 机器设备应用场景描述

(1) 如图 2 所示，为避免单边焊接受热变形，焊接时需安装两套机器对称施焊。

(2) 如图 2 ~ 图 4 所示，根据钢柱的截面尺寸，将两个装配永磁开关磁铁座的导轨磁铁固连件安装到合适的位置。

(3) 将导向机架与机架承托导轨装配为一体，再将机架承托导轨上的两组永磁开关磁铁座置于上节钢柱表面上距离对接焊缝适当高度的位置处，并使机架承托导轨与对接焊缝面平行，然后将永磁开关磁铁座的开关闭合。

(4) 如图 2 和图 3 所示，将运动机体装配到导向机架上并使主动齿轮与机架承托导轨上的直线齿条相啮合，再用固定螺杆手柄将运动机体与导向机架固定。

(5) 如图 2 所示，使用焊接操控器控制运动机体远离钢柱表面，使其移动到不影响安装焊枪的位置，再将焊枪安装到焊枪固定件的焊枪卡座中，并用卡紧螺杆螺母固定。手动将焊枪轴线与钢柱对接面的夹角 α 调整到合适位置后，用角度定位螺母锁定，再使用焊接操控器控制支架平移装置、运动机体移动，使焊枪头部对准焊缝槽位置。

(6) 如图 2 所示，根据钢柱对接焊缝槽的坡口角度、宽度和深度，将支架挂件沿升降支架上的凹槽向钢柱对接焊缝槽平移，使焊枪头部与焊缝槽的工作间距调整到合适的位置，然后用平位固定螺栓固定。

(7) 如图 2 ~ 图 4 所示，使用焊接操控器驱动焊枪运动机头、支架平移装置和升降支架在横向 X、纵向 Y 和竖向 Z 进行移动，以调试焊枪的三维移动

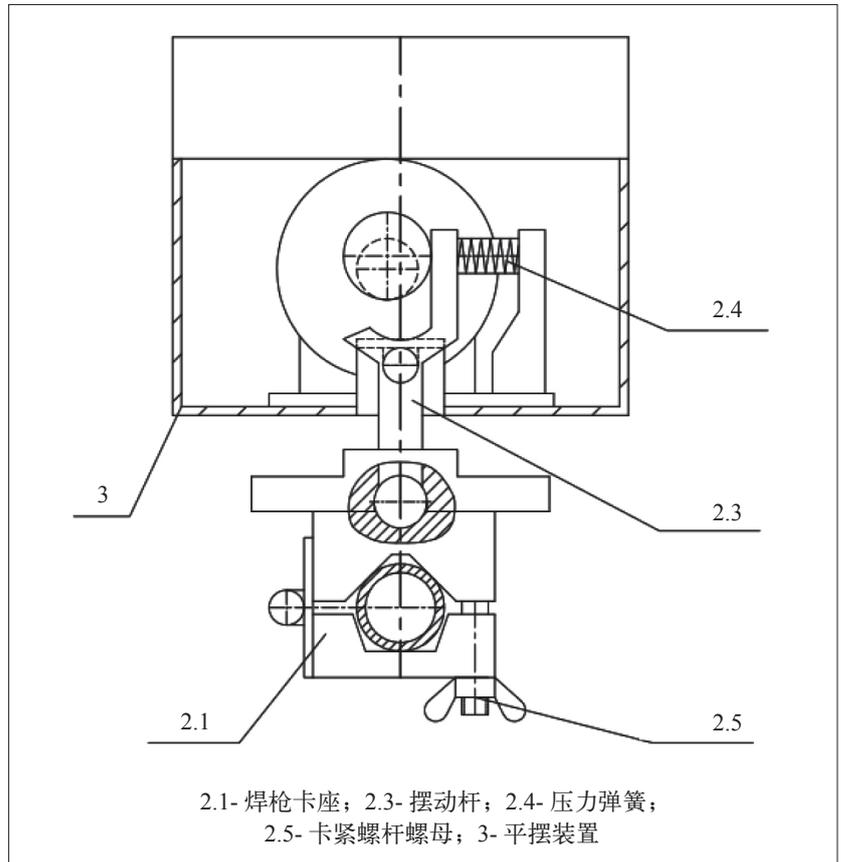


图 5 图 2 的 J-J 向视图

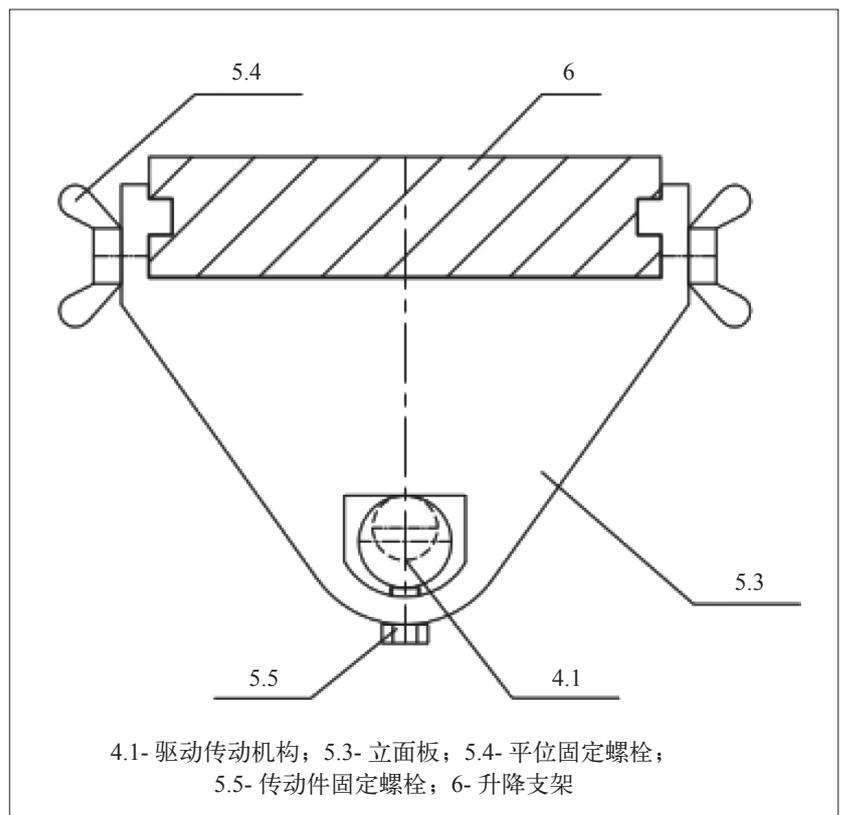


图 6 图 2 的 C 向示意图

状态是否正常。

(8) 如图6所示,根据焊缝情况及焊接工艺需要,如不采用竖摆前行的焊接轨迹,则使用焊接操控器关闭该功能,并用传动件固定螺栓锁定偏心轮。

(9) 焊接操控器利用焊枪的头部焊丝对焊缝槽截面尺寸进行检测,主控箱获得焊接工况参数后为电焊机匹配合适的焊接工艺参数,或根据需要人为设置参数。

(10) 根据焊缝情况及焊接工艺需要,可选择焊枪头部直线前行、平摆前行和竖摆前行三个焊接轨迹。在焊接操控器上启动某一焊接工作程序,平摆装置、竖摆装置、升降支架、支架平移装置、运动机体遵循相应的焊接程序带动焊枪动作,电焊机和主控箱控制焊枪按照相应轨迹进行焊接工作,达到工艺技术要求后自动停机。

(11) 开启永磁开关磁铁座的开关,将运动机体、机架承托导轨先后拆卸下来,再按上述步骤完成钢柱另外两个对称面焊缝的焊接工作。

(12) 电焊机选择具有数控功能及通讯接口的二氧化碳气体保护焊机型;焊接操控器和主控箱专门设

计,配置数控程序软件和焊接工艺数据库。

5 结语

综上所述,当前在建筑钢结构安装施工中,焊工缺乏与人工成本增高是不得不面对的一个难题。上述研究提出的自动焊接机器设备可在一定程度上替代手工焊接,是解决问题的一种途径。同时,上文所述的自动焊接机器设备应用场景广泛,有利于提高焊接外观质量的稳定性和一致性,具有较强的实用性。

参考文献:

- [1] 秦四田. 自动焊接在机械焊接中的应用研究 [J]. 产业与科技论坛, 2019, 18(14): 52-53.
- [2] 迟庆刚. 工程机械焊接自动化技术探讨 [J]. 中国设备工程, 2019(01): 160-161.

作者简介: 诸亮(1983.05-), 男, 汉族, 浙江宁波人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 切割与焊接技术。

严正声明

近期,本刊编辑部收到作者反映,一些不法分子盗用我刊名义,自建非法网站或钓鱼网页(<http://www.zgjxzz.cn>、<http://mach-china.toug.com.cn>等),或以《中国机械》杂志社编辑部“编辑”“责任编辑”等名义,向广大作者征收稿件,并收取所谓的“版面费”、“审稿费”等,严重侵犯、影响了我刊声誉和广大作者的权益。在此,我刊严正声明如下:

1. 《中国机械》杂志社于1982年创刊,是国家新闻出版署批准登记的国家级机械工程类学术期刊(旬刊),目前尚未创建独立的“官方网站”,浏览本刊电子版需从中国工业新闻网(<http://www.cinn.cn>)下方链接进入,链接地址http://www.cinn.cn/zgjxzz/index_348.shtml,或通过万方数据知识服务平台(<https://www.wanfangdata.com.cn/>)的官方网页搜索本刊进行查询,链接地址<https://sns.wanfangdata.com.cn/periodical/zgjx>查询全文;

2. 《中国机械》杂志为旬刊,请广大作者认准,凡标记“半月刊”“月刊”的网络征稿平台,均为非法网站,欢迎联系本刊编辑部进行举报;

3. 《中国机械》杂志社唯一投稿邮箱: jxzzs@cinn.cn;

4. 《中国机械》杂志社《录用通知书》加盖“中国机械编辑部”公章,凡加盖“《中国机械》杂志社编辑部”或使用已作废公章(防伪码为1101081749266的总编室公章、防伪码为1101081491290的原编辑部公章),均为假冒录用通知书;

5. 《中国机械》杂志社从未委托任何机构、网站或个人代理本刊的组稿、审稿等相关事宜,编辑部一直严格遵守“三审三校”规定,追求杂志整体质量的提升,将期刊的社会效益放在首位,对于盗用《中国机械》杂志社名义发布虚假信息、实施非法征稿等行为,本刊将依法追究其法律责任;

6. 本刊编辑部唯一联系电话: 010-67410664。

敬请广大作者和读者注意辨别,提高警惕,谨防上当!

《中国机械》杂志社
2023年2月