



小型焊接机器人在港珠澳大桥制造中的应用

马晓健 范军旗

1. 小型焊接机器人系统

(1) 小型焊接机器人 MICROBO 构成 小型焊接机器人系统的主要部件如图1所示。与大型焊接机器人相比,具有设备体积小、重量轻、搬运方便、装配简单、方便灵活、适用性强及造价低等优点,不仅适应工厂钢结构件的焊接,也适用于工地复杂环境条件下代替人工焊接,减轻焊工的劳动强度,提高焊接质量。

小型机器人采用气体保护焊工艺,焊接位置包括平位、横位、立位及爬坡焊等,可以进行对接焊缝和角焊缝的焊接。采用连接式导轨,可根据焊缝长度组合连接,适用于各种长度的焊缝,配备圆弧形导轨时可以实现对曲线形焊缝的焊接。采用电弧跟踪系统,具备全自动传感功能,不需要示教和繁琐的数据输入。

(2) 小型焊接机器人 MICROBO 效率分析 该系统集成了在钢结构、桥梁行业多年的焊接工艺和焊接经验,形成了领先于同行业同类别机器人设备的

优点,具有解决平焊、横焊、立焊三种焊接位置的近10种坡口形式焊缝的自动焊接软件功能。操作人员只需在软件中选择实际工件对应的坡口形式, MICROBO 即可通过焊丝接触传感进行自动检测并获得工件的板厚、坡口角度、根部间隙、焊缝长度及位置偏移量等焊缝信息,并自动演算出最适合的电流电压、焊接速度、焊接时间、摆幅及层数等焊接参数, MICROBO 特有的前端摆动装置能在焊接过程中能够同步调整,实现焊缝两端无残留,最终实现多层多道焊接。

MICROBO 机器人系统采用中文版WINDOWS操作系统,为用户提供了程序存储和修改功

能,有效地保证了企业非物质财富的积累和传承。目前在用的客户可以根据自己的焊接工艺对原有系统生成工艺进行修改、保存,形成自己的新工艺,避免了因企业人才流失而造成的潜在损失。

使用该机器人系统与人工焊接效率对比结果如表1、表2所示。对比条件为箱型柱现场安装横焊缝。

2. 小型焊接机器人在港珠澳大桥制造上的应用

港珠澳大桥工厂板单元制作应用了大型焊接机器人,取得良好的效果,但仍有很多焊缝受条件限制无法采用大型机器人焊接,为进一步提高港珠澳大桥钢

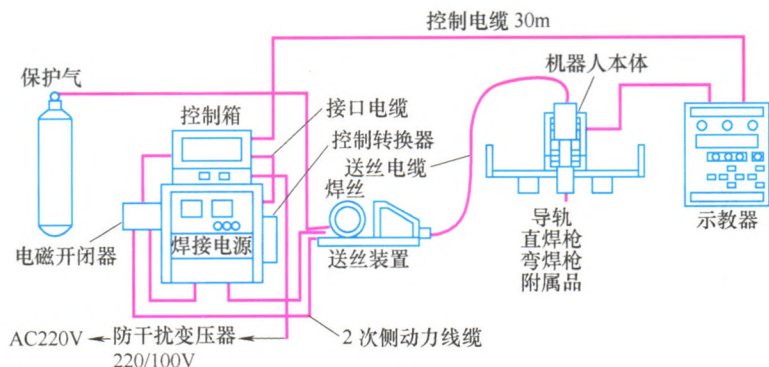


图1 小型焊接机器人构成

表 1

柱尺寸/mm × mm	板厚/mm	焊缝数	根部间隙/mm	坡口角度(°)
2 000 × 2 000	55	4	6	35

表2 人工焊接和机器人焊接效率对比

项目	手工焊接 (2人)	机器人焊接 (2套)
1根柱子的纯焊接时间/min	509	509
电弧发生率 (%)	40	60
1根柱子焊接总时间/min	1 273	848
机器人/手工焊接的生产能力对比	1.5倍	

结构制造的自动化水平，提高焊接质量，研究应用了小型焊接机器人。

(1) 小型焊接机器人在钢箱梁节段对接中的应用 港珠澳大桥钢箱梁中斜底板与平底板倾斜夹角为38°，板厚16~24mm。在钢箱梁节段对接时，斜底板向上爬坡对接焊缝采用单面V形坡口、预留5~8mm的间隙、背面衬陶质衬垫的坡口形式。

在一般钢箱梁制造工艺中，斜底板向上爬坡对接焊缝采用气体保护半自动焊，人工焊接，这类焊缝单条长度一般在4~5m，且爬坡焊的焊接位置较差，焊工

操作不便，对焊工的体力消耗大，焊缝质量不稳定，需要选拔身体素质好，技术水平高的焊工进行焊接。为了提高焊接质量，降低焊工劳动强度，改善焊工工作环境，港珠澳大桥CB01合同段钢箱梁节段间斜底板向上爬坡对接焊缝采用了小型焊接机器人焊接（见图2）。

(2) 小型焊接机器人在索塔钢锚箱焊接中的应用 港珠澳大桥青州航道桥第3~14对斜拉索锚固在索塔钢锚箱上，钢锚箱主体结构中侧面拉板的板厚40mm，与端部承压板间主角焊缝为钝边4mm的单侧深坡口

角焊缝。单条主角焊缝长度在2.5~3m，焊缝填充量大，为了控制焊接变形，钢锚箱侧面拉板与端部承压板4条主角焊缝采用气体保护焊，立位对称接焊。为了提高焊接质量，降低焊工劳动强度，钢锚箱主角焊缝采用了小型焊接机器人焊接（见图3）。

焊后对焊缝进行外观检查，焊缝表面均匀，成形良好，无气孔、夹杂及咬边等缺陷，焊缝与母材过渡匀顺，对接焊缝余高在3mm以内，符合标准要求。焊接24h后对焊缝进行超声波检测，斜底板对接焊缝内部质量符合GB11345—1989 I级要求，钢锚箱主角焊缝内部质量符合TB10212—2009 II级要求，探伤合格率均为100%。经测算，焊接效率提高了20%以上，焊工无需具备较高的技能水平，工作条件改善，劳动强度大幅降低。小型焊接机器人在港珠澳大桥的应用受到监理和业主的好评，在提高焊缝质量的同时获得了良好的



图2 斜底板爬坡焊

图3 钢锚箱角焊缝焊接

经济效益和社会效益。

3. 结语

小型焊接机器人气体保护焊工艺方便灵活、适用性强，能够在复杂环境下代替人工进行钢结构件焊接作业，首次在港珠澳

大桥制造中应用并取得了良好效果，提高了钢桥梁的制造质量。目前，在我国大力发展钢结构制造业和手工焊接作业人员日趋减少的阶段，小型焊接机器人气体保护焊工艺具有广阔的推广应用

前景。

作者简介：马晓健，唐山开元松下焊机销售有限公司。范军旗，中铁山桥集团有限公司。

MW 20151003