智能厚板焊缝焊接系统的研究与设计

一．成果完成人及所在单位：刘利、唐鸿冀, 研究生学院　　指导教师：富巍

二．成果简介：

以三臂杆五自由度加大范围横移焊接机器人为研究对象，完成了“大范围横移”、“两臂杆的三角运动”和“一臂杆球状运动”模型的解耦。运用笛卡尔坐标求解运动学的逆问题，避免了多解性，解决了实际应用中焊接机器人逆运动学求解的难题；此外采用 2D 功能的激光阵列传感器，实现焊缝边缘非接触式检测和精确估计焊缝金属的填充量，并给出厚板焊缝多次智能金属填充策略，解决了一次金属填充过程中易产生疏松、多气泡的问题。这项研究对解决焊接机器人焊枪运动姿态盲点问题和改善厚板焊缝测量系统的精度均有较强的指导意义。

三．主要研究内容及创新点：

针对三臂杆五自由度加大范围横移焊接机器人运动系统（部分结构如图 1）为研究对象，建立了机械臂焊接末端的空间位置控制模型。按照 6 个笛卡尔坐标系定义，研究三臂杆五自由度机械手的映射变换，实现了“大范围横移”、“两臂杆的三角运动”和“一臂杆球状运动”模型的解耦，通过求解焊枪末端在欧式三维空间内不同姿态对应的关节角变量（如图 3），并采用“两臂杆的三角运动”和“一臂杆球状运动”形成“联动操作”模式，控制焊枪到达指定末端位置点。针对焊缝测量系统，采用 LJ-G200 具有 2D 功能的激光阵列传感器，PIC24FJ 系列单片机作为中央处理器，设计了厚板焊缝测量系统（图 2），并给出智能金属填充策略；利用 16 位高精度的 ADC 转换模块及采用向后差分绝对值计算方法，提升了厚板焊缝的测量精度；根据少量多次智能金属填充策略，解决金属填充过程中的气泡问题。最后，采用低成本的超声波模块，实现激光测量装置的自动启闭，降低装置能耗。研究结果表明，对于运动控制系统上述方法可以解决运动学的逆问题，避免了多解性，解决了焊接机器人焊枪运动姿态的盲点问题；同时厚板焊缝测量系统的设计能够很好地提升测量精度和金属焊料填充的密实程度。

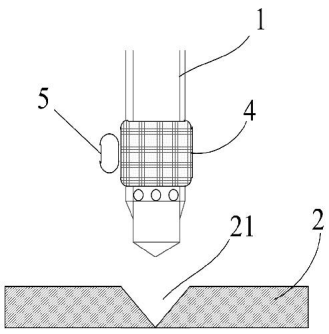


图 1 焊接系统结构图

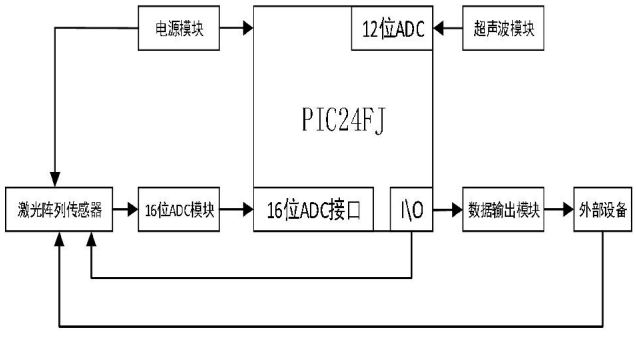


图 2 智能控制系统框图

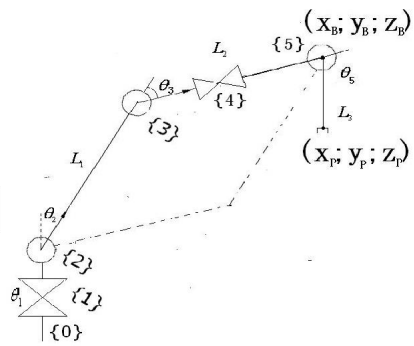


图 3 焊接末端空间姿态坐标

四．主要研究成果及应用情况

发表 IFMCA 会议论文一篇：《The Study of Intelligent Metal Filling Strategy on Welding Robot Thick Plate Welding》（Atlantis Press 出版）

申请实用新型专利一项：《一种可自动开关的厚板焊缝装置》（已提交国知局）

联系人：刘利，　　电　话：15359282427　　Email: 942528843@qq.com