

基于ROTSY的弧焊机器人离线编程

武传松,许磊

(山东大学焊接技术研究所,山东 济南 250100)

摘要:以MOTOMAN-UP6弧焊机器人和SGMDH-12A2A-YRB变位机为试验平台,将离线编程软件ROTSY、计算机与机器人通信软件MOTOCOM32和校正软件MOTOCALV32组成一个弧焊机器人离线编程系统,实现了机器人和变位机的联动离线编程。通过复杂的马鞍形焊缝编程对所建立离线编程系统进行了验证。在实际运行过程中,焊缝上的点接近或处于船型焊或平焊的位置,焊枪运行平滑,始终对准焊缝,焊枪的姿态也始终符合实际焊接的要求。证明了本离线编程系统达到了设计要求。

关键词:离线编程;弧焊机器人;焊接路径规划;机器人姿态规划

中图分类号: TG409

文献标识码: A

文章编号: 1001-2303(2009)01-0045-04

Off-line programming based ROTSY of arc welding robot

WU Chuan-song, XU Lei

(Institute of Welding Technology, Shandong University, Ji'nan 250100, China)

Abstract: A system of off-line programming is developed for arc welding robot, which realizes the simultaneous moving of both robot and positioner. The system consists of MOTOMAN-UP6 arc welding robot, SGMDH-12A2A-YRB positioner, ROTSY off-line programming software, MOTOCOM32 communication software between the computer and robot, and MOTOCALV32 modifying software. Its functions are verified through off-line programming experiment for complex welding line (e.g. saddle welding line formed by two pipes intersect). During welding, it can make more and more welding points be at flat position, the welding torch moves smoothly, which posture and position meets the requirement of practical welding conditions. The results show that the developed off-line programming system is reliable and applicable.

Key words: off-line programming; arc welding robot; welding path layout; robot gesture layout

0 前言

现代制造业尤其是汽车制造业越来越多地采用焊接机器人用于生产,以提高生产率、改善劳动条件、稳定和保证焊接质量、实现大批量产品制造过程的焊接自动化^[1-7]。机器人是可编程的机械装置,其功能的灵活性和智能化很大程度上决定于机器人的编程能力。由于机器人应用范围的扩大和所完成任务复杂程度的不断增加,弧焊机器人工作任务的编制已经成为一个重要问题。通常,弧焊机器人编程方式可分为示教再现编程和离线编程^[8],如图1所示。

目前,国内外生产中应用的弧焊机器人系统大

收稿日期: 2008-12-05

作者简介: 武传松(1959—),男,山东沂水人,教授,博士生导师,主要从事焊接过程数值模拟与检测控制方面的研究工作,先后主持完成国家自然科学基金、德国DFG基金、英国国家科学NSF基金、省部及国际合作研究课题20余项。

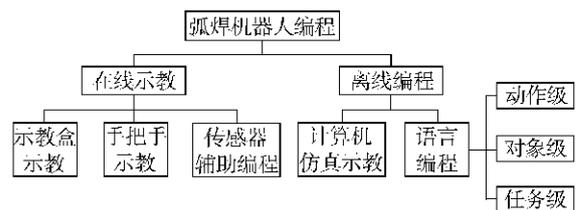


图1 弧焊机器人编程方式

多为示教再现型,在线示教编程过程繁琐、效率低;示教的精度完全靠示教者的经验目测决定,对于复杂路径难以取得令人满意的示教效果;对于一些需要根据外部信息进行实时决策的应用无能为力^[8]。而离线编程系统可以简化机器人编程进程,提高编程效率,是实现系统集成必要的软件支撑系统。现代制造业对焊接机器人离线编程与仿真技术的要求越来越迫切。在此对焊接机器人离线编程技术进行研究与开发,基于MOTOMAN-UP6弧焊机器人和SGMDH-12A2A-YRB变位机,将离线编程软件ROTSY、

专题讨论——名家新作 爱心奉献

计算机与机器人通信软件 MOTOCOM32 和校正软件 MOTOCALV32 组成一个弧焊机器人离线编程系统,建立图形仿真平台,配合相应焊接工艺参数的规划、焊接路径规划,实现复杂形状工件焊接的离线编程;并对典型马鞍型曲线焊缝(两个圆柱管件正交而成)进行离线编程及运行,验证本系统的可靠性。

1 试验系统与平台搭建

试验系统结构及工作流程框图如图 2 所示。离线编程系统包括离线编程软件 ROTSY,计算机与机器人通信软件 MOTOCOM32,校正软件 MOTOCALV32。主要流程包括:图形示教平台建立,即 CAD 建模、标定及校正;图形示教及编程;调试程序及传输;试验验证。如果在实际运行过程中发现问题,再通过控制柜传输给计算机调试程序,再通过后置处理传输到控制柜实际运行,直到程序合适为止。

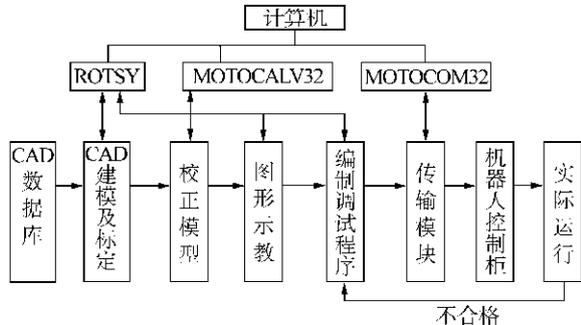


图 2 试验系统结构及工作流程

离线编程软件 ROTSY 工作环境如图 3 所示。离线编程软件 ROTSY 包括四个模块:模拟仿真模块(路径仿真、工作点精度优化);自动干涉检测示教模块(模拟示教盒编制程序,包括焊接参数、路径点、插补方式的设定);编辑模块(三维模型编辑功能、程序编辑功能、工具参数编辑功能、用户坐标编辑功能);控制模块(输入输出控制、机器人位姿控制)。

2 程序调试与试验验证

离线编制完程序以后,就需要进行试验验证和程序调试。即当作业程序的图形仿真结果完全达到作业的要求后,用通信软件 MOTOCOM32 通过 RS232C 通信接口把离线编程的源程序传输到控制柜,控制机器人去完成指定的任务。从中发现程序与实际运行过程中存在误差的程序点,再回到编制调试程序模块,完善离线编制程序的合理性。

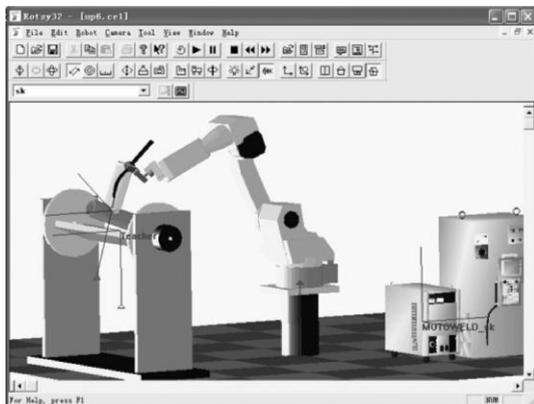


图 3 离线编程软件 ROTSY 工作环境

当离线编制的程序传输到控制柜之后,可以实际运行进行验证并将实际运行中发现的问题传回计算机进行调试。运行速度要低,以免发生干涉等传感器报警,机器人可能不能动作。需要注意的问题是:用焊丝尖端直接对准相贯线,而在实际焊接过程中需要留出电弧长度,所以选择工具模型时干伸长数值要大于实际焊枪的干伸长,比如说实际需要 12 mm 的干伸长,选取工具模型时干伸长选择 15 mm,这样就留出了 3 mm 的间隙。

程序点 2、4、9 的图形示教和实际运行对照如图 4~图 6 所示。由图可以看出,该程序符合设计要求。整个过程中焊枪与工件未发生碰撞,运行平滑,焊枪始终对齐焊缝,焊枪姿态也始终符合实际焊接的要求。

3 结论

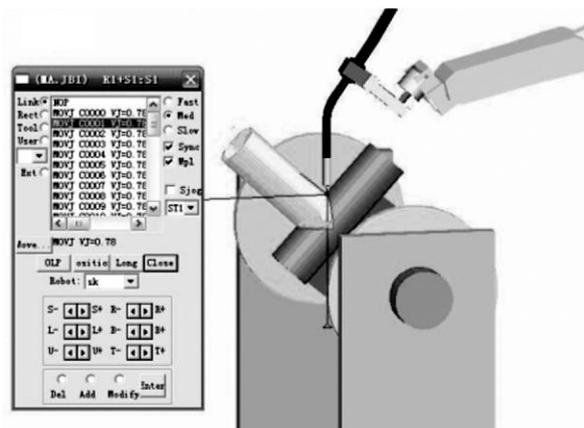
(1)基于 UP6 弧焊机器人和 SGMDH-12A2A-YRB 变位机,运用离线编程软件 ROTSY、计算机与机器人通信软件 MOTOCOM32 和校正软件 MOTOCALV32,配合 AutoCAD 等建模软件,建立了弧焊机器人离线编程系统。系统内的图形仿真平台可以方便地更换各种机器人、变位机、工具、工件等的模型。

(2)该系统实现了机器人和变位机联动的离线编程。对于复杂的马鞍型焊缝,能使尽可能多的点接近或处于船型焊或平焊的位置;通过图形示教可以方便精确的使焊枪对准焊缝位置;可以方便的输入、复制、粘贴、删除程序指令步。

(3)在图形仿真平台中可以图形再现程序的运行轨迹,查看每个示教点的位置数据、工具姿态、插补方式和再现速度,焊枪与工件是否发生干涉,示教点之间插补是否平滑等,并对达不到要求的地方进行修正。

(4)离线编制的程序传输到控制柜后,基本不需要修改,即可直接运行。由此可知,本系统可以很好地

专题讨论
 名家新作
 爱心奉献

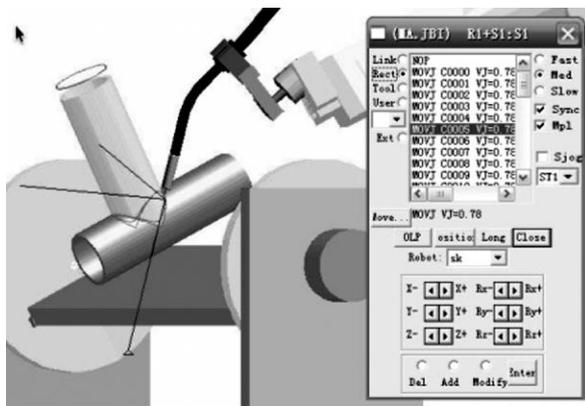


a 图形示教



b 实际运行

图 4 程序点 2 的图形示教和实际运行对照

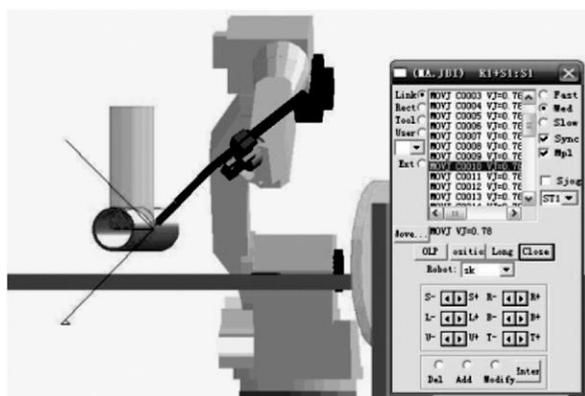


a 图形示教

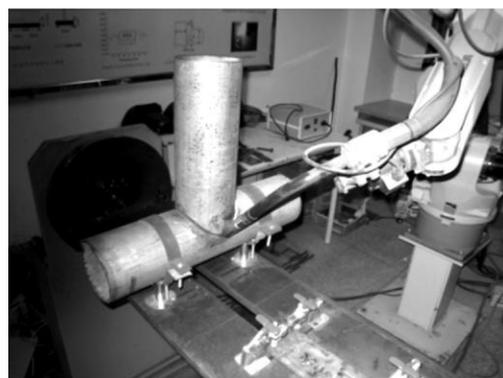


b 实际运行

图 5 程序点 4 的图形示教和实际运行对照



a 图形示教



b 实际运行

图 6 程序点 9 的图形示教和实际运行对照

完成离线编程工作,使得机器人焊接系统更加简便和安全,精度更高,可重复性更好。

参考文献:

[1] Drews P,Starke G.Welding in the century of information technology[J].Welding in the World,1994(34):1-20.
 [2] Carrilton W.Robot assures quality for auto manufacturer[J].Welding Journal,1995,74(8):57-59.
 [3] 潘际銮.二十一世纪焊接科学研究的展望[A].第九次全国焊接会议论文集[C],1999.


 专题讨论——名家新作 爱心奉献

- [4] Regev Y. The evolution of off-line programming[J]. *Industrial Robot*, 1995, 22(3): 3.
- [5] 田劲松. 机器人弧焊任务级离线编程技术的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2001.
- [6] 王克鸿, 刘永, 许越兰. 弧焊机器人离线编程系统[J]. *焊接学报*, 2001, 22(4): 84-87.
- [7] 陈志翔, 黄勇, 殷树言. 弧焊机器人离线编程系统分析与设计[J]. *机械工程学报*, 2001, 37(10): 104-106.

武传松, 山东大学材料科学与工程学院教授、博士生导师。分别于 1982、1984、1988 年在哈尔滨工业大学获工学学士、硕士和博士学位。1984~1995 年在哈尔滨工业大学焊接教研室工作, 1991 年晋升为教授; 1996 年 4 月调入山东大学。曾先后在美国威斯康星-米尔沃基大学、德国柏林工业大学、日本大阪大学、德国汉诺威大学、美国肯塔基大学开展合作研究。

一直致力于焊接过程数值模拟与检测控制方面的研究工作, 先后主持完成国家自然科学基金、德国 DFG 基金、美国国家科学 NSF 基金、省部及国际合作研究课题二十余项。出版著作 2 部、英文专著 1 部, 参编《焊接手册》第二版和第三版。在国内外重要学术刊物上发表 141 篇论文, 已被 SCI 收录 60 篇、EI 收录 95 篇。获得省部级科技成果奖一等奖 1 项、二等奖 2 项、三等奖 2 项。荣获荣誉称号: 德国“洪堡学者”; 国务院学位委员会“做出突出贡献的中国博士学位获得者”; 国务院“政府特殊津贴获得者”; 中国机械工程学会“青年科技成就奖”; “山东省十佳留学归国科技专家”; “山东省有突出贡献的中青年专家”等。

任中国焊接学会常务理事兼计算机应用技术专业委员会主任; 国际焊接学会焊接物理专委会(IIW/SG212)委员; 美国焊接学会(AWS)会员; 《Frontiers of Materials Science in China》、《焊接学报》等 5 份刊物的编委; 国际刊物《Science and Technology of Welding and Joining》客座主编(2007 年 12 卷 1 期); 《Welding Journal》《Science and Technology of Welding and Joining》《Computational Materials Science》《Journal of Materials Processing Technology》等 11 份国际著名刊物的审稿人。



武传松 教授

