

基于库卡机器人的电伺服应用分析

李凯
(一汽大众汽车有限公司 四川 成都 610100)

摘要: 通过在汽车生产线的焊接应用, 分析了电伺服焊钳在汽车生产现场使用方面的特点和优势。描述了电伺服焊钳的硬件结构, 系统解说在 Workvisual 软件及机器人系统中的配置流程。在生产过程中, 针对于出现的高频次故障, 总结维修思路。使用创新方法, 将程序变量目视化, 实时监控并在故障发生时方便修改变量值。

关键词: 电伺服; 变量; 维修思路; 目视化

0 引言

随着工业化的进程, 汽车产业开始高速发展, 自动化犹如奔跑的巨人, 迅猛向前。手动焊接逐渐不再适应生产的步伐, 逐渐退出了一线点焊行列。搭载机器人自动焊接的气伺服焊钳, 由于在质量控制和生产效率方面, 都具有较大优势, 因此在汽车点焊中, 占据了主要的角色。

但随着自动化科技的发展, 气伺服焊钳的缺点也逐步显现出来。尤其是在压力控制方面, 对于柔性板材, 冲击力度过大导致板材变形; 定位精度较低; 整机保养维护成本过高。汽车行业迫切的需要改良的替代品, 电伺服焊钳在此背景下孕育而生。电伺服焊钳作为时下新型的一种产品, 使用机器人伺服控制器作为控制部分, 伺服电机作为动作驱动部分。在压力控制和定位精度方面, 都表现出了完美的效能。和气伺服焊钳相比, 电伺服焊钳上减少了伺服盒、气管及排线。在整机机构上的极大简化, 使电伺服在后期的保养维护上更加方便快捷。目前无论是各大合资汽车企业, 还是新兴的电动车汽车生产厂家, 在点焊方面, 无一例外都首选电伺服焊钳。相信在自动化的高速普及得今天, 电伺服焊钳的使用场景会越来越普及化。

1 电伺服焊钳硬件详解

一汽大众现场使用了 NIMAK 厂家的初代气伺服焊钳和二代电伺服焊钳两代产品, 见证了捷达和速腾, 再到新品牌捷达的诞生。通过数年的应用, 在产品的功能使用上可以做出详细的对比。

1.1 气伺服焊钳结构

气伺服焊钳采用焊接控制器为焊接提供能量, 从变压器的结构上讲次级端和二极管为外漏式, 飞溅容易造成其短路; 平均水流量要求为 8L/min; 变压器功率 110kVA, 有单独的温控检测线用于检测变压器的实时温度。焊接控制器端将温度 (X3) 端子短接, 处于长通状态。在机器人通讯方面, 配置了 E467 用于反馈温度状态。

控制系统中, 通过机器人控制柜 XS3 接口给伺服控制盒提供电源, 伺服盒适配 PN 及 IBS 网络通讯, 为焊钳分配所需要的压力, 伺服气缸内部具有位置和压力传感器反

馈, 但精度相对校低。焊接动力采用了 12Bar 气体。三路进、回水通路分别冷却变压器、静极臂回路、动极臂回路。

1.2 电伺服焊钳结构

电伺服焊钳相同采用了焊接控制器为焊接提供能量, 从变压器 (博士和力士乐) 的结构上讲次级端和二极管是内嵌式的, 避免了外界的飞溅干扰; 平均水流量要求为 6L/min; 变压器功率为 139.8kVA; 温控检测线集成在编码器线中, 启用焊接控制器 X3 端子接收变压器温度状态。电机运动由机器人程序内部控制, 不需要与机器人进行信号交互。

在控制系统方面, 通过机器人控制柜 KPP (伺服配电箱) 提供给伺服电机电源, 电机内部编码器反馈电机移动的位置。电极压力为后台扭矩反馈, 精度相对较高。焊接动力能源为电控制, 两路进、回水通过变压器中转, 分别冷却静极臂回路、动极臂回路。

1.3 电伺服焊接优势

“环保、节能、稳定”, 是电伺服应用中展示出的三个最明显特点。气伺服焊钳需要搭建压力泵, 压力泵运行时噪声值过大, 不利于环保。在基础建设方面投资高昂, 对于小生产车间尤其不利于使用, 气压在车间传导过程中也存在压力流失的缺陷, 而焊接过程中压力控制尤为重要, 少许压力误差就可能造成焊点开焊、飞溅、炸点等焊接缺陷。因此, 气伺服到电伺服的转变势在必行。

通过伺服电机驱动, 电伺服焊枪利用焊接电极来加压工件。在电伺服焊枪的运动过程中, 电极的运动速度和位置, 由伺服电机的回转速度回转量和回转量来决定; 电极压力由转矩大小来控制, 转矩则通过控制器传输给伺服电机的电流来控制。而伺服电机如何运动, 由机器人程序控制器内部控制。与气动伺服焊钳相比具有如下特点: 自由编程行程, 接触工件柔性无震动; 压力的建立比气动气缸的时间快 4~5 倍, 可使循环时间达到最优化; 不需要压缩空气装置; 维护保养频次低, 报警功能完善, 能及时输出故障信息; 驱动机械装置长期稳定性; 能监视所有相关质量参数; 操作方面简单上手。

2 电伺服焊钳的软件配置

电伺服焊钳的软件配置分为 PC 上的 Workvisual 软件配置和 Smartpad 上的功能校准。前者是将电伺服焊钳配置到机器人系统中,实现机器人系统与焊钳的信号交互。后者是焊钳的初始化,在首次配置和生产发生故障时实现功能校准。

2.1 Workvisual 软件配置

在 N I M A K 厂 家 处 , 得 到 了 ExportedKinematicsCatalog 和 VW_SGB 两个文件包。将两个文件包安装到 Workvisual 软件中,就可以在软件中显示出需要首先添加的两个元素。在左侧菜单栏中,首先添加 VW TIME1 焊接计时器,再找出焊钳硬件型号执行添加。双击菜单型号后,还需要将此焊钳独有的 XML 文件导入,KUKA 系统通过 XML 文件确认焊钳的型号、最大压力等信息。

导入 XML 文件后,焊钳自带的信息就会自动填充。使用者可根据生产现场的实际情况里更改应用值,例如焊接的方向统一为正或者负方向;使用自带压力机或者 KUKA 提供的压力机;在信号交互方面,根据 PLC 自动控制系统的标准信号列表来实际配置。

在配置完成后,执行编译下载,将软件配置传输给机器人系统,当机器人识别出焊钳时,在 Smartpad 上做下一步的焊钳校正。

2.2 Smartpad 上功能校准

单击菜单—配置—SERVOGUN,可以看到功能校准的主界面,在零点标定之前,除了零点标定以外其余按钮均为灰色,不可操作。必须按由前到后的步骤完成前面步序后,才可进行下一步操作。

(1) 首先进行零点标定,可以选择手动或自动模式,当动静电极帽贴拢且无压力时为零点位置。

(2) 焊钳数据

目的:确定传动比,保证焊钳开口精度。

方法:手动将焊钳打开到任意位置,用游标卡尺测量两电极帽间的实际距离,将测量值填入“开口宽度”,机器人会根据填写数据自动计算传动比。完成后将焊钳打开任意位置,用游标卡尺在验证开口距离准确性。

(3) 软件限位开关界面

功能:此功能主要用于确定软限位,保证焊钳动作在可移动范围内。

解释:在最大挠度时焊钳闭合为闭合的极限位(正值),此数据可理解为焊钳的最大修磨量,最大开口宽度为焊钳的最大开口(负值)。

(4) 测力计数据界面

功能:执行焊钳压力校准。

方法:将测力计固定在焊钳静极臂上,点击自动确定

按钮。系统会自动依次进行测力计厚度测量、压力预校准、粗校准,在校准完成后显示校准结果,在校准完成后,10个压力点全为绿色表示压力校准合格,如果有红色点表示压力超出范围,需重新校准,或检查硬件是否完好再重新校准。

新版系统已将流程优化,只需将此四步完成即可,后续步骤融合在第四步中自动完成。在配置完成后,我们就可以实现电伺服焊钳的焊接自动生产了。

3 电伺服焊钳故障维修思路

在自动化生产中,节拍是生产的生命线。当焊钳故障发生时,如何快速有效的找准故障点给以修复,成为了迫在眉睫的问题。根据生产中的故障频发问题,经过多次汇总分析发现,小部分故障是由于硬件损坏造成,找准故障硬件更换即可。而大部分故障,是由于硬件磨损、零件匹配、偶发飞溅等造成。这类故障发生频次高且难于找准故障点。因此,根据故障信息制定出维修思路的方向。

3.1 焊接类故障

焊接类故障包括沾点、开焊、炸点、击穿等。

思路:针对此类故障,遵循硬件—板材—焊接参数—压力配置的流程查找故障。首先从电极帽入手,查看电极是否对中、是否分流、电极冷却温度是否达标、表面修模是否良好。再查看工件表面是否油污过大,焊接参数是否合理,sg_wear 磨损值是否跳动过大,压力校准是否存在偏差。从前到后的顺序,直至找准问题点。

3.2 伺服电机类故障

3.2.1 E1 编码器故障

思路:遵循先小件后大件的流程。首先查看伺服电机编码器线是否松动、损坏,再查看控制柜 KPP 控制器有无报警,若前两部分皆正常,可直接更换伺服电机。

3.2.2 E1 电机温度过高

思路:重新执行压力标定,确定传动比是否正常,拆卸电机齿轮部分的端盖,查看是否存在卡死,皮带或者挡圈螺栓松动等,如有异常,直接更换伺服电机。

3.2.3 焊接时报警 E1 电流过载

思路:首先改成压力模式 SGVW_KeepForceAtWeld[1]=true,变量 SG_PressureDistance=0,看是否故障消失,若故障依旧,则更换新电极帽,执行焊钳维修复位,使后台变量重新初始化(焊钳会重新测量),重新零点校准,对焊点再次示教,观察故障是否消失。若故障依旧,执行压力校准,确定传动比是否正常。所有步序都不成功,则更换伺服电机。

3.3 匹配类故障

3.3.1 定位监控 E1

思路:句选择当前语句,重新测量当前焊点,查看轨迹是否偏差过多,优化轨迹。

3.3.2 更换新电极帽超出公差

思路：点击“下一点”，执行焊钳维修复位，将后台 TIPSEATING 值清空。

3.3.3 焊钳位置不正确、未找到工件

思路：修改变量 SGBVW_SHEETTHICKTOL，每次增加 0.5，再重新示教焊点。

3.3.4 E1 滞后误差

思路：E1 滞后误差可导致机器人死机。机器人未死机时，重新示教轨迹即可。机器人死机时，需要重新启动控制器，再重新示教轨迹，避开滞后误差点位。

3.3.5 参数比上次测量短

思路：首先确认电极帽的修模状态，执行重新测量。若故障依旧，修改后台变量 SG-WEARTOLERANCE[1]，烧损公差值修改为 0.5。

3.4 焊接硬件类故障

3.4.1 焊接不合格

思路：检查导电带是否断裂、导电桥是否打火、变压器二极管是否导通（利用反向导通特性进行测量），更换故障备件。若硬件无问题，查看 BOSCH 控制器，根据报警信息追溯硬件源。

3.4.2 测量回路故障

思路：检查焊钳电压器检测线（焊钳上红色和蓝色线）是否折断并更换。暂时关闭测量回路。

3.4.3 电极过烧、漏水、松动

思路：目视判断电极帽和电极杆的损坏程度，是否需要立即更换。必须在更换完成后执行焊钳维修复位，将电极杆磨损值清空，并重新进行零点校准。

自从电伺服焊钳故障维修思路在实际生产中的应用开展，现场的故障停台时间得到了极大的减少。追本溯源，举一反三，在其他领域中如 PLC、机械化传动也开展了维修思路的方向研究，都取得了不错的成绩。

4 变量目视化功能

通过维修思路，发现变量在故障维修中起着重要的作用，焊钳变量的值体现了焊钳此刻的状态。出现电伺服故障后，通常在个人变量界面输入后台变量，通过修改数据设定值更新来解决故障，而且每次出现故障时，都要重新输入一次变量。显示也无中文辅助翻译，这就要求维修人员需要记住每个变量的拼写。如果想要观察多个变量的数据，这个个人变量界面是无法实现的。变量目视化的方法，

其功能既可同时监控多个变量的数据又可通过修改来临时处理故障，实现目视化维修。

步骤：

(1) 拷贝下任意一个机器人程序，从路径 C—KRC—USER—configmon.ini 拷贝文件，点击进入 configmon.ini 文件后，可以看到预设分组 Group1，在组 1 下面就是需要编写的变量内容。输入变量名称后，还需要配置如行高列宽的显示，Item 所需要的变量内容等。

(2) 把需要的电伺服变量整理编写在里面，使用多个分组的方式，将变量类型分开存放，方便查找。同时备注中文注释，使显示更加直观，将文件粘贴回路路径覆盖掉原文件。

(3) 通过变量—概览界面，设置操作变量的权限，使设备维护员可以实现变量的目视化查看和修改功能，变量信息清晰明了，查找分析得心应手，在故障发生时能发挥出事半功倍的效果。

5 结语

随着中国工业的稳步发展，自动化生产会越发普及。未来十年，电伺服焊接几乎会应用到自动化焊接领域的各个角落，现场设备维修的重要性也会逐渐显现。因此要更好的发展机器人自动化焊接产业，必须不断的提高维修技能水平，总结现场经验，发挥创新思维。使机器人焊接行业向着高效化方向发展，奠基下中国的工业里程碑。

参考文献：

- [1] 陈树君, 于洋, 王超, 卢振洋. 超高强马氏体钢中频、电伺服点焊技术 [J]. 电焊机, 2010, 40(05): 70-73.
- [2] 周琳. 弧焊与点焊机器人的应用及常见问题的分析 [J]. 内燃机与配件, 2019(14): 255-256.
- [3] 舒秀平. 焊接机器人伺服控制系统设计 [D/OL]. 长沙: 湖南大学, 2013[2013-11-29]. <https://d.wanfangdata.com.cn/thesis/Y2358811>.
- [4] 王倩. 设备维修中心设备管理系统设计与实现 [D/OL]. 长春: 吉林大学, 2015. <http://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10183-1015598200.htm>.
- [5] 姚宏. K 公司设备维修管理研究 [D/OL]. 苏州: 苏州大学, 2014[2014-09-17]. <https://d.wanfangdata.com.cn/thesis/D504338>.

作者简介: 李凯 (1988.08-), 男, 汉族, 四川中江人, 本科, 研究方向: 机器人与附属设备的应用及维修。