

激振室焊接打压机器人工作站的设计研发

魏相圣, 苗德元, 周兴动, 霍厚志
(山推工程机械股份有限公司, 山东 济宁 272000)

摘 要: 为了优化现有激振室生产工艺, 实现焊接及打压工序合并, 自主设计研发了机器人倒挂旋转式行走装置, 以及具有自动夹紧及密封功能的 C 型激振室焊接变位机两种机器人外围设备。该工作站基于 FANUC 机器人控制系统, 有机集成机器人本体、焊接电源、双工位焊接变位机、机器人行走装置、焊接水冷系统、焊接清枪系统和 PLC 控制系统, 实现机器人及外部轴多轴联动、焊接寻位、电弧跟踪及多重多道焊接等厚板焊接的关键功能, 进一步实现激振室焊接打压的自动化、高效化和高质化生产。应用证明, 机器人工作站大幅减少了生产辅助时间, 降低了工作人员的劳动强度, 提高了产品生产效率、合格率和交付及时率, 同时降低了激振室的生产成本。

关键词: 机器人行走轴装置; 焊接机器人; 激振室; 机器人系统集成

中图分类号: TG439.9

文献标识码: B

DOI: 10.19291/j.cnki.1001-3938.2022.09.006

Design and Development of Excitation Chamber Welding and Pressing Robot Workstation

WEI Xiangsheng, MIAO Deyuan, ZHOU Xingdong, HUO Houzhi
(Shantui Construction Machinery Co., Ltd., Jining 272000, Shandong, China)

Abstract: In order to optimize the production process of the existing excitation chamber and realize the combination of welding and pressing processes, the robot upside down rotating walking device and two kinds of robot peripheral equipment of C-type excitation chamber welding positioner with automatic clamping and sealing functions were independently designed and developed. The workstation is based on FANUC robot control system, organically integrates the robot body, the welding power source, double-position welding positioner, robot walking devices, welding water-cooling system, welding cleaning gun system and PLC control system, realizes the robot and external shaft multi-axis linkage, automatic locating welding, arc tracking and thick plate multi-pass welding and other welding key functions, and further realizes automation, high efficiency, high quality production of the excitation chamber welding and pressing. The application proves that the robot workstation greatly decreases the production auxiliary time, reduces the labor intensity of the staff, and improves the production efficiency, qualification rate and timely delivery rate, and the production cost of the excitation chamber is significantly reduced.

Key words: robot walking axis device; welding robots; excitation chamber; robot system integration

0 前 言

激振室是压路机钢轮震动系统的关键部件, 其焊缝质量水平直接决定了压路机的整机性能^[1], 且激振室焊接质量的稳定性及焊接成本是决定压路机生产企业产品综合竞争力的关键因素。激振

室是一种受高强度动载冲击的大型焊接密封件, 该工件对焊接强度及焊接封闭性均有较高要求, 所以该工件在焊接完成后需要进行打压试验。在现有生产方式下, 焊接、打压需在两个不同工位人工完成, 工件吊装、焊接、转运、打压均由车间工人操作专用设备逐一完成, 劳动强度大、劳

动密集度高、生产效率低、产品质量不稳定。在制造业转型升级的大背景下,劳动密集型的生产方式很难继续维持^[2],解放劳动力,实现激振室焊接打压向自动化、连续化、高质化发展是压路机制造企业提高产品质量、降低生产成本的优选出路,也是实现企业转型升级和高质量发展的必由之路。基于此,本研究针对激振室焊接生产过程中存在的问题,开展激振室焊接、打压机器人工作站的设计研发及自主集成工作。

1 激振室焊接打压工艺优化

机器人焊接工作站研制的基础是生产工艺,工艺技术的先进性与研发设备的先进性密切相关,基于落后生产工艺研制的设备无法保证其生产效率、生产成本及生产质量的优越性^[3],所以设备研发需工艺先行,摒弃落后工艺,优先实现工艺升级至关重要。

1.1 现有焊接打压工艺

激振室结构如图 1 所示,主要由腹板、内筒、筋板组焊而成,根据引导轮型号的不同,腹板内孔、外圆直径及上下腹板的距离大小不一。

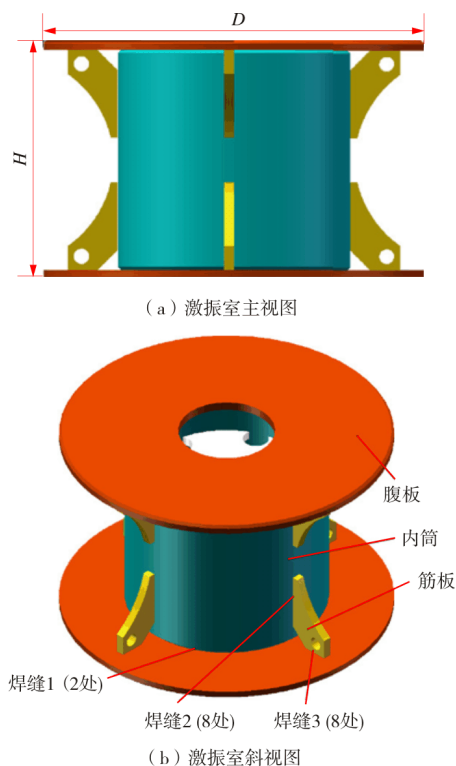


图 1 激振室结构示意图

激振室的常规焊接、打压生产工序为:

(1) 焊接。将组对好的激振室按照图纸焊缝尺寸进行焊接。现有焊接方式下,工件变位与焊接无法同步协调进行,焊接翻转及上下料均需人工参与,焊接生产过程对人员的依赖程度较高,对焊接工艺设置约束较大。

(2) 打压。将焊接好的激振室做打压测试前,需在焊缝处刷气密性检测液用于检测焊缝是否漏气,如果焊缝有气孔,则需要人工补焊,该工序无专用的变位设备,需工人环绕工件检查是否漏气。在激振室焊接生产过程中,焊接、打压工作量大、劳动强度高,是制约激振室生产效率提升及生产成本降低的瓶颈环节。

1.2 工艺优化

针对现有工艺的不足,基于激振室焊接、打压生产自动化、连续化、智能化的设计理念,对现有工艺进行优化升级^[4],主要解决以下问题:①减少激振室转运、上下料频次,降低工人劳动强度;②避免人工手动夹装工件,减少焊接辅助时间,提升焊接效率,实现工件自动夹装同时提升夹装的安全可靠性;③实现激振室全部焊缝实时船位焊接(实现激振室变位与焊接的协调联动),提高焊接质量,尽量减少焊接过程中的人为不可控因素;④减少打压工序的人工参与度,减少气密性检测液使用频次,由原来 100% 使用降到非必要不使用;⑤提升焊接质量,保证交付及时率。

针对上述问题,制定以下工艺优化方案:①人工将组对好的激振室吊装到 A 变位机,按下夹装按钮, A 变位机自动夹装激振室;②人工按下启动按钮,机器人倒挂旋转臂,从 0 号位(原点位置)自动旋转到 A 号位,然后跟 A 变位机协作,对激振室实施寻位、焊接工作;③人工将组对好的激振室吊装到 B 变位机,按下夹装按钮, B 变位机自动夹装激振室;④ A 变位机激振室焊接完成后机器人倒挂旋转臂自动旋转到 0 号位,机器人执行清枪程序;⑤机器人倒挂旋转臂自动旋转到 B 号位,跟 B 变位机协作,对激振室实施寻位、焊接工作;⑥ B 号工位焊接的同时, A 号工位执行打压程序,打压完成保压一段时间,系统自动判断是否有压

降，如果没有压降表明工件合格，如果有压降说明工件不合格，需要人工向焊缝刷一种专用液体用于判断焊缝在何处漏气，然后进行人工补焊，补焊完成，重新执行步骤⑥，直到工件合格为止；⑦合格工件从A变位机卸下，将工件转入下一工序；⑧执行步骤①；⑨机器人焊接完成B变位机工件后执行步骤④；⑩从步骤②开始循环。具体工作流程如图2所示。

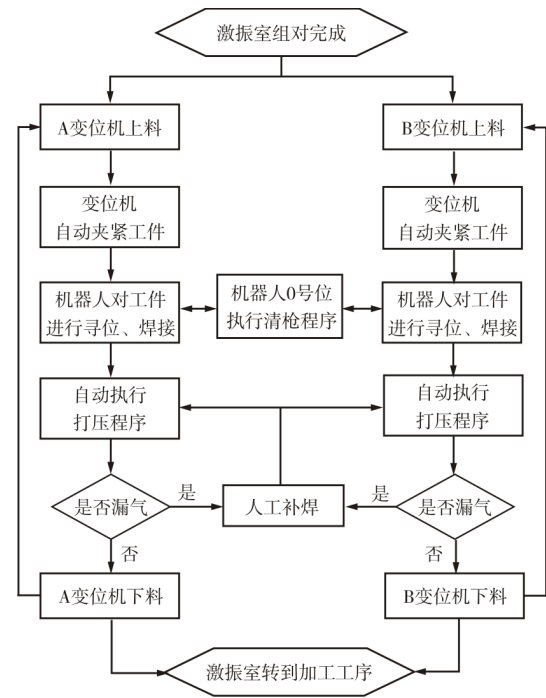


图2 激振室焊接打压工作流程

2 方案设计

2.1 机器人工作站设备布局

根据优化后的工艺要求，对设备结构形式、设备布局做方案设计，该方案设计是一个动态过程，是一个不断分析、判断、决策、完善及发现问题和解决问题的过程。方案设计的主要目的是将设计构想清晰表达出来，以便对设备方案的可行性及效益进行分析评估，通过反复交流论证，不断修改完善方案，最终得出图3所示方案。从经济性角度考虑，该方案需要人工吊装工件上、下料（上、下变位机），焊接、打压基本实现全自动化。基于统筹规划，分步实施项目推进思路，为方案预留工件自动化上下料的机械及电控接口。

如图3所示，机器人倒挂旋转臂为机器人的行走装置，A变位机、B变位机为两个结构、尺寸完全一致的变位机，上述两种设备为非标定制设备，需要自主设计开发。这两种设备是机器人工作站的核心设备，设备结构的可靠性、重复定位精度的稳定性、保养维修的便捷性及对不同产品的适应性决定整个项目的成败^[5]。其余设备需综合考虑系统兼容性，根据整体布局、结构、功能、参数、细节布局等各项要素信息进行选型。

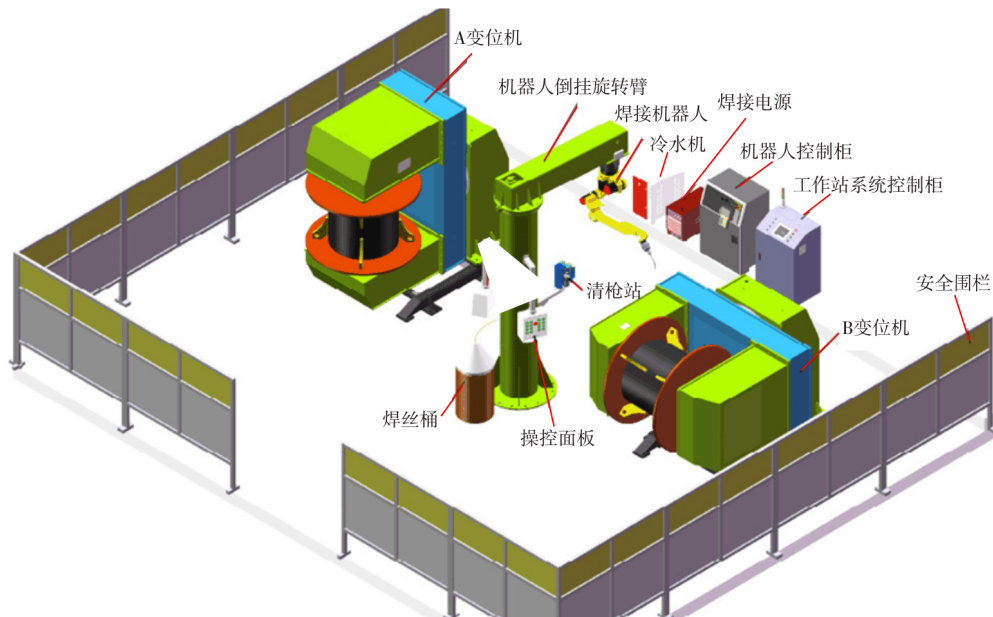


图3 激振室焊接打压机器人工作站示意图

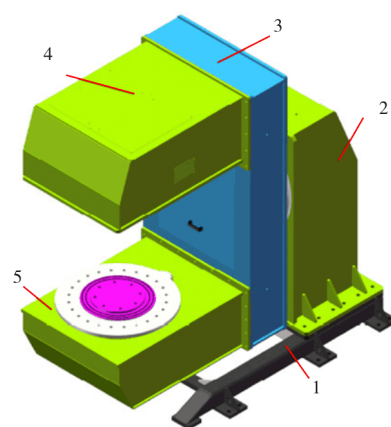
2.2 焊接变位机细化设计

根据工艺需求,在满足设备结构可靠性、重复定位精度稳定性等重要技术性能要求的前提下,本研究将焊接变位机设计为 C 型自动夹紧双轴变位机,该变位机具有自动夹紧、双轴变位、自动打压保压功能,其主要设计依据为激振室的外形尺寸及质量,具体参数见表 1 (尺寸位置参见图 1 (a))。

表 1 激振室外形尺寸及质量

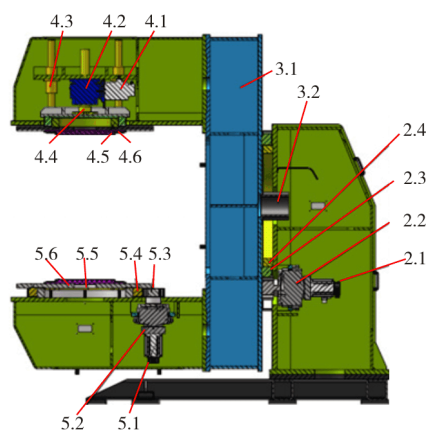
序号	件号	D/mm	H/mm	质量/kg
1	3132-52-01000P020	1 444	1 034	1 177
2	316A-52-01000P020	1 470	990	1 805.4
3	3171-52-02000P010	1 520	960	1 910
4	317E-52-01000P020	1 470	960	1 490
5	3188-52-05000P030	1 560	920	2 594.4
6	3420-52-03000P040	1 490	1 034	1 366
7	3480-52-10000P030	1 486	1 028	1 346
8	3630-52-20000P040	1 470	1 036	1 598

激振室焊接变位机的结构形式如图 4 所示,变位机底座为支撑固定部件,该部件上侧连接支撑立柱,下侧可固定到地面,同时具有地面调平功能。支撑立柱除具有支撑功能外,还是变位机水平轴向翻转的驱动机构,该机构的主要驱动部件为机器人外部轴 (2.1 特殊伺服电机)、RV 减速机 (2.2)、减速机输出齿轮 (2.3) 和外齿型回转支撑 (2.4),其中 RV 减速机又称摆线行星减速器,该减速机具有体积小、传动比大、传动精度高等优点,是工业机器人本体及外部轴不可或缺的核心部件^[6]。旋转梁的一侧通过外齿型回转支撑与支撑立柱连接,是变位机翻转轴的驱动对象,另一侧为旋转从动支座与旋转驱动支座的安装面,该机构主要由旋转梁结构件 (3.1)、线束法兰 (3.2) 构成。旋转从动支座是自动夹紧及激振室封闭的功能机构,该机构由驱动电机 (4.1)、蜗轮蜗杆升降机 (4.2)、导向机构 (4.3)、浮动接头 (4.4)、无齿型回转支撑 (4.5)、激振室定位密封工装 (4.6) 构成,其中蜗轮蜗杆升降机为夹紧功能的执行机构,该机构具有自锁功能,在工件夹装过程中发生线缆断电、电机损坏等意外情况时,可确保工件夹紧的可靠性。旋转驱动支座是工件旋转、焊接导电、打压保



1-变位机底座; 2-支撑立柱; 3-旋转梁;
4-旋转从动支座; 5-旋转驱动支座

(a) 变位机斜视图



2.1-机器人外部轴 (特殊伺服电机); 2.2-RV 减速机;
2.3-减速机输出齿轮; 2.4-外齿型回转支撑;
3.1-旋转梁结构件; 3.2-线束法兰;
4.1-驱动电机; 4.2-蜗轮蜗杆升降机; 4.3-导向机构;
4.4-浮动接头; 4.5-无齿型回转支撑; 4.6-激振室定位密封工装;
5.1-机器人外部轴; 5.2-RV 减速机; 5.3-减速机输出齿轮;
5.4-外齿型回转支撑; 5.5-浮动导电铜盘装置; 5.6-驱动侧定位密封工装

(b) 变位机主剖视图

图 4 激振室焊接变位机结构示意图

压的功能执行机构,该机构的旋转驱动部分与支撑立柱的旋转驱动原理一样,由机器人外部轴 (5.1)、RV 减速机 (5.2)、减速机输出齿轮 (5.3)、外齿型回转支撑 (5.4) 构成,该机构的导电功能由浮动导电铜盘装置 (5.5) 实现。与常规的碳刷导电不同,浮动导电铜盘装置的核心部件铜盘的一侧与旋转法兰中心重合,另一侧安装在浮动弹簧上,外围与回转支承内圆间隙配合,如此可确保铜盘与旋转驱动支座法兰盘紧密接触,该装置的导电稳定性好、中心对称,可有效避免焊接过程中磁偏吹等问题。驱动侧定位密封工装 (5.6) 与从动侧定位密封工

装的不同之处是该公装有进出气孔，进出气孔连接供气保压及压力检测装置，焊接完成后可自动充气、自动保压和测压，进而判定焊缝气密性是否合格。

2.3 机器人行走装置细化设计

为了扩大机器人作业半径，提升设备利用率，满足机器人双工位焊接需求，本研究设计了机器人倒挂旋转臂，如图5所示。该设备是机器人系统的重要组成部分，该设备的重复定位精度需要与机器人本体的重复定位精度匹配，否则将会严重拉低机器人末端重复定位精度。该设备与焊接变位机匹配满足表1中的8种工件所有焊缝船位焊焊接需求。

2.4 标准设备选型

根据工艺要求和生产环境要求，标准零部件选型首先需满足功能需求，然后再从可靠性、实用性、可拓展性、经济性、可维护性等方面综合考虑标准件的品牌、型号，综合分析对比本研究中选择的主要标准件的型号参数（见表2），通过建立所有标准件的三维模型，关联部件装配形

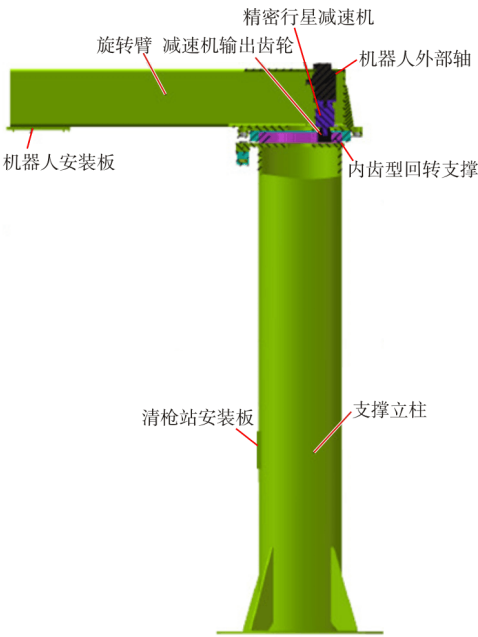


图5 机器人倒挂旋转臂结构示意图

成整体三维方案，将方案中的相对尺寸调整优化，进一步细化方案，最终方案确定后，进行焊接姿态仿真验证。

表2 主要标准件型号及技术要求

序号	名称	型号	品牌	技术要求
1	焊接机器人	M-10iD/8L	FANUC	满足弧焊功能，具备电弧跟踪、寻位功能，外部轴5轴扩展、外部轴联动功能及profinet通信接口
2	翻转轴伺服电机	aiF22/3000	FANUC	机器人外部轴
3	旋转轴伺服电机	aiS8/4000	FANUC	机器人外部轴
4	双轴伺服驱动器	aiSV 80/80-B	FANUC	机器人外部轴
5	焊接电源	PowerWave E500	LINCOLN	支持以太网通信，具有寻位及电弧跟踪反馈
6	枪颈	TBi RM82W-22°	TBI	550~600 A，100%暂载率
7	防撞传感器	KS-2	TBI	体积小、质量轻、高精度
8	集成夹丝电缆	RM2	TBI	欧式后接口，L=3 m
9	清枪站	TBi BRG-2-ES-DAE	TBI	独立喷油仓，标配两连体
10	RV减速机	ZKRD-320E	南通振康	减速比185，电机安装法兰根据aiF22/3000电机尺寸配做
11	RV减速机	ZKRD-160E	南通振康	减速比145，电机安装法兰根据aiS8/4000电机尺寸配做
12	回转支承（外齿型）	111.25.710.01	徐州万达	按照样本尺寸制作
13	回转支承（外齿型）	112.28.900.01	徐州万达	按照样本尺寸制作
14	回转支承（无齿型）	110.25.500.01	徐州万达	按照样本尺寸制作
15	回转支承（内齿型）	113.25.500	徐州万达	按照样本尺寸制作
16	精密行星减速机	AB115 L1-10-P2-S2	纽氏达特	电机安装法兰根据电机JSMA-PMA10ABKB尺寸配做
17	伺服电机	JSMA-PMB20ABKB	东元	按照样本尺寸制作
18	伺服驱动器	JSDEP-50A	东元	线缆长度10 m
19	蜗轮蜗杆升降机	SWL20T	固佐传动	电机安装法兰根据电机JSMA-PMB20ABKB安装尺寸配做，丝杆头部形式为Ⅱ型

3 方案模拟仿真

方案模拟仿真是基于设计模型对整体三维布局进行模拟验证的环节,通过模拟仿真实时调整方案设备三维布局尺寸,可最大限度提高机器人焊接可达率,规避项目实施风险,提高项目实施质量,提前制定焊接工艺方案,预判生产节拍,该环节对提升项目实施效率及质量有重要指导意义^[7]。本节将以 3132-52-01000P020 工件为例,进行机器人焊接姿态仿真及焊接工艺节拍估算。

3.1 机器人焊接姿态仿真

机器人焊接姿态是指在给定焊缝形式及坐标的情况下,执行焊接动作时机器人各轴及焊枪的空间位置姿态^[8]。一般要求焊接姿态要有较好的动作冗余空间,避开机器人奇异点,焊接机器人与工件有足够大的安全距离。具体工艺要求见表 3,焊接方式为船位推焊,焊接尺寸如图 6 所示。

基于上述工艺要求,对本设计的工作站三维模型进行焊接姿态仿真,根据焊接变位机、机器人行走装置及焊接工件的结构特征进行分析,机器人只要五种动作姿态就可实现所有焊缝的焊

接,通过仿真对不合理的布局尺寸进行优化,最终达到图 7 所示的仿真结果,该结果在保证动作冗余空间的前提下,可合理避开机器人奇异点,实现工件所有焊缝安全稳定焊接。

表 3 3132-52-01000P020 激振室焊接工艺要求

项目	焊接尺寸	焊接层数	摆动幅度	备注
焊缝 1	8 mm 环焊缝	2 层	1 mm 3 mm	腹板、内筒环焊缝
焊缝 2	12 mm 角焊缝	1 层	3 mm	筋板、内筒焊缝
焊缝 3	12 mm 角焊缝	1 层	3 mm	筋板、腹板焊缝

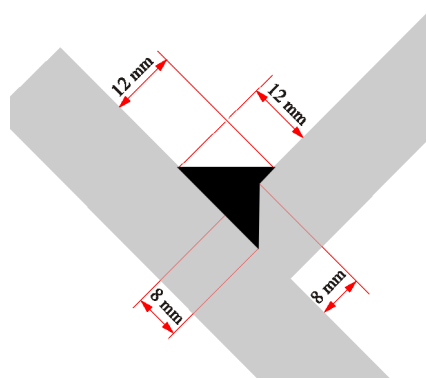


图 6 3132-52-01000P020 激振室腹板内筒环焊缝焊接尺寸示意图

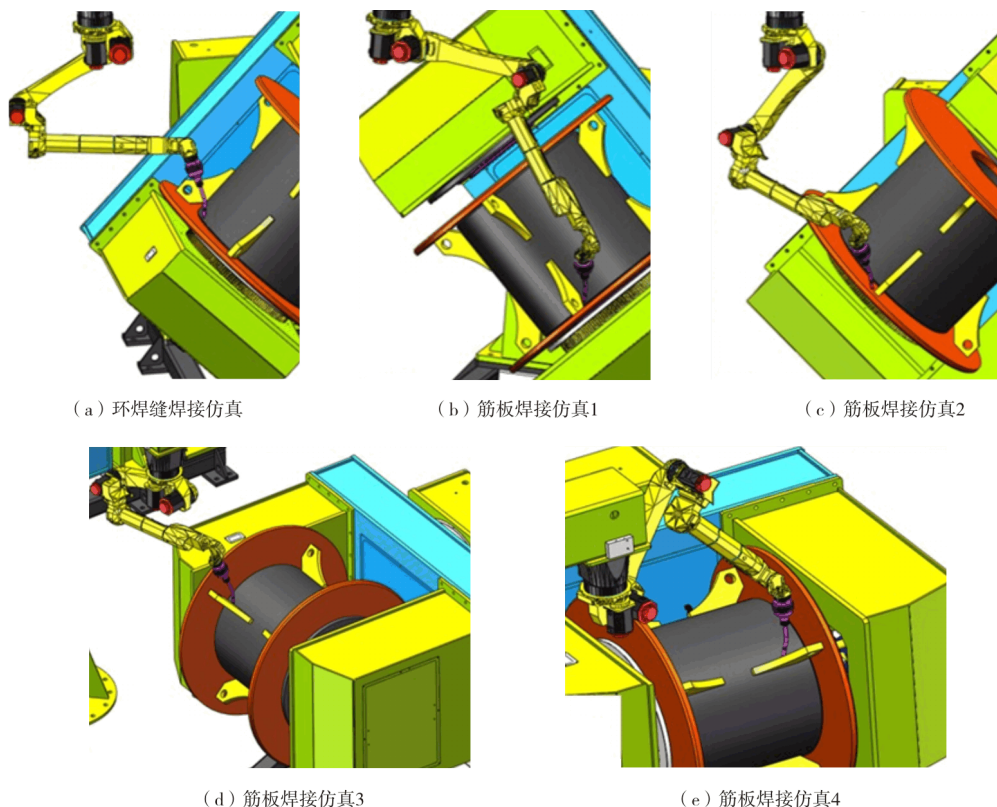


图 7 机器人焊接姿态仿真

3.2 焊接生产节拍估算

焊接生产节拍估算是基于焊接机器人姿态仿真，预测机器人完成工件焊接全过程动作轨迹，然后根据焊接机器人、机器人移动装置、焊接变位机的运动参数及相关焊接工艺参数（表4）计算焊接生产节拍，根据关键零部件性能参数计算

得出焊接生产节拍估算表（见表5）。

通过估算，焊接所用时间为124 min，理论焊缝填充量（根据焊缝横截面积计算）为8 347 g，金属熔融量（根据送丝速度、焊接时间计算）为9 045 g，焊接熔敷率为92.3%。模拟结果基本符合预期，下一步可继续推进项目实施。

表4 估算焊接生产节拍的相关参数

焊接机器人空走速度	机器人移动装置旋转速度	焊接变位机翻转轴旋转速度	焊接变位机旋转轴旋转速度	8 mm角焊缝焊接速度	12 mm角焊缝焊接速度	寻位速度	保护气体
1 000 mm/s	2 r/min	1.5 r/min	3 r/min	32 cm/min	20 cm/min	150 mm/min	80%Ar+20%CO ₂

注：焊接速度的计算方式参照弧焊机器人焊接工艺参数计算方法^[9]。

表5 焊接生产节拍估算表

项目	焊角/mm	焊缝长度/mm	焊缝数量	焊缝总长/mm	可焊总长/mm	焊缝填充量/g
焊缝1	12 (8 mm 单边 V 形坡口)	730	8	5 840	5 840	4 798
焊缝2	12	270	16	4 320	4 320	2 457
焊缝3	12	120	16	1 920	1 920	1 092

项目	焊接时间/s	金属熔融量/g	焊接空走时间/s	起弧收弧时间/s	寻位时间/s	清枪时间/s	耗时小计/s
焊缝1	2 847	5 215	160	48	500	60	3 615
焊缝2	1 296	2 656	260	96	520	60	2 232
焊缝3	576	1 174	300	96	560	60	1 592

4 系统集成调试

采用西门子 S7-1200 控制系统为主控系统、FANUC R-30iB 机器人控制系统为从控系统，PLC 配合机器人焊接系统不仅可以提高系统的自动化程度，还为后续系统数字化升级预留通信接口^[10]。本工作站的控制框架如图8所示。

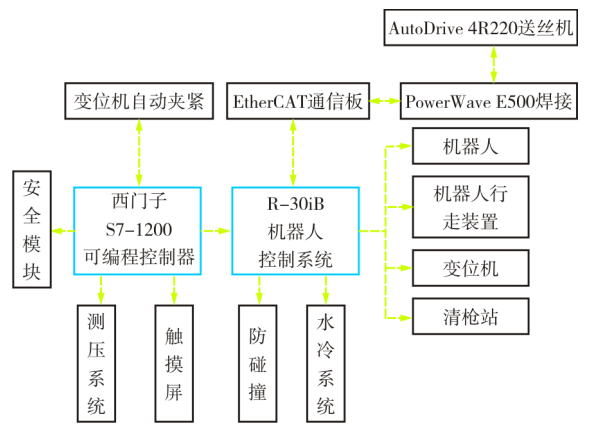


图8 工作站控制构架示意图

4.1 PLC 系统与机器人的集成

在当今的自动化环境中，PLC、工业机器人及各种功能执行机构需要紧密集成。根据设计功

能要求，需要把各种不同的组件集成到系统中，每种组件通过他们的专用语言才能呈现各自的特长。生产应用中需要将工业机器人、可编程控制器和功能执行机构采用 PLC 语言进行控制编程^[11]。一般 PLC 语言更容易让设备使用者及维护人员学习接受，为了降低系统的复杂性，综合协调上述组件的通信功能及控制方式，选择一套标准化的通信、编程、操作模式是系统集成的前提条件。西门子 1200 系列 PLC 编程界面友好，系统语言易学易用，通信方式主流，且具有较好的可拓展性可为后续系统升级提供有力支撑。本研究中，R-30iB 系统与 PLC 通过 Profinet 通信，PLC 可控制机器人系统的外部启停，实现两个焊接变位机的分别控制，同时可接收机器人的报警反馈，触发系统安全模块，确保系统运行的安全性。同时 PLC 为测压系统、变位机夹紧系统的控制器，通过触摸屏可对上述系统进行精准控制。

4.2 机器人外部轴集成

本研究中焊接机器人、行走装置及变位机要实现协调运动，方可满足焊接过程中变位机与机器人相对位置姿态实时调整的工艺要求。机器

人为六轴设备,机器人行走轴为单轴设备,两个焊接变位机均为两轴设备,所以本系统首先需要实现 11 轴集成通信,然后再做协调联动。对本系统的 11 轴进行组分,如图 9 所示,R-30iB 轴控制卡通过 FSSB1 通道与各轴伺服放大器通信,同时考虑应用过程中操作、控制的便捷性,降低控制器的运算量,将 11 轴分成 3 组,即机器人六轴与机器人行走轴为 1 组,两个变位机分别为 1 组,这样每个组对应的轴可实现内部协调动作,由于焊接过程中 Group1 与 Group2, Group1 与 Group3 会有组合联动的需求,如在 A 变位机焊接工件时, Group1 与 Group2 需要协调联动,此时 Group3 为独立系统,无需联动,根据这种需求,对 Group1 与 Group2, Group1 与 Group3 做两组协调调试。调试完成后,本系统共有三组轴,每组轴可单独联动, Group1 可分别与 Group2、Group3 组合协调联动。使用协调动作,可以使两个运动组的运动速度相对恒定,可大幅提高持续型回转焊缝的示教编程效率和工艺的适应性。

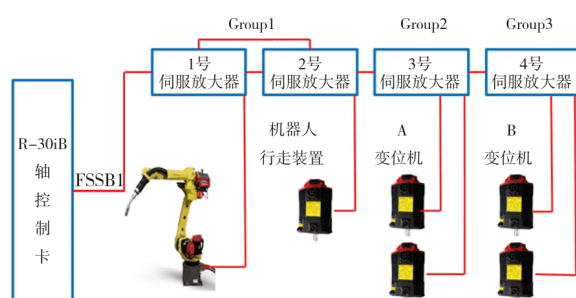


图 9 外部轴组分示意图

4.3 机器人焊机集成

机器人焊机集成是实现送气、起弧、电流、电压、收弧、寻位、电弧跟踪等焊接功能精确控制的基础,本研究涉及的机器人是为发那科 M-10iD/8L 机器人,焊机为林肯 PowerWave E500,机器人与焊机通信采用 EtherCAT 通信,该通信方式实时性好、抗干扰性强,可大幅提升焊接电弧跟踪的稳定性。机器人焊接集成首先需要建立通讯,获取焊机通信地址,建立通信连接后配置机器人数字输入输出信号,与焊机端的输入输出信号关联,然后将快捷命令关联到机器人示教器显示面板上,配置完成后通过气检、送丝、报警等信号逐一检测验证配置结果,没有问题再进行试焊,验证电流、电压输出的误差幅度,一般要

求输出误差在 $\pm 5\%$ 以内,同时检测寻位、电弧跟踪功能的可靠性,这一系列流程走完后,机器人焊接系统方可投入使用。

5 设备应用验证

经过工艺优化、方案设计、方案细化、方案仿真、设备制作、系统集成等一系列工作,激振室焊接打压机器人工作站投入应用。图 10 为激振室焊接打压工作站应用实景图,以 3132-52-01000P020 工件进行验证。

(1) 采用优化后的工艺,一次工件上下料、一次工件周转、气密性检测液使用量减少 90% 以上,焊接缺陷率降低明显,生产效率提升显著,工人工作条件及工作强度得到根本性改善。

(2) 变位机、机器人行走装置重复定位精度达到 ± 0.1 ,符合系统设计要求。

(3) 工件在变位机上的夹装实现自动化,夹紧机构稳定可靠,夹紧结构为 C 型自动夹紧形式,为后续实现激振室自动上下料留出机械接口。

(4) 创新性的导电装置设计,大幅提升了激振室焊接过程中焊接回路电流、电压的稳定性,有效避免了磁偏吹现象,电弧特性平稳,电弧跟踪性能稳定。

(5) 机器人实际焊达率 100%,焊接耗时 115 min,焊丝用量约 9.2 kg,焊接熔敷率约为 92%,与仿真结果基本吻合。



图 10 激振室焊接打压工作站应用实景图

6 结束语

自主设计研发的自动化焊接打压机器人工作站,在工艺优化、自动化方案设计、关键设备自

主研发、系统开发集成等环节通过不断论证和不断优化,实现了激振室焊接打压两个主工序的自动化生产。机器人工作站应用结果显示,大幅减少了生产辅助时间,降低了工作人员的劳动强度,提高了产品生产效率、合格率、交付及时率,激振室的生产成本降低明显。同时激振室焊接打压工序的自动化生产,不仅大幅提高了下游工序产品的一致性,对上游工序一致性提升也提出更高要求,这为关联工序自动化升级提供了基础条件,对压路机激振室产品生产方式向智能化发展提供了有力支撑,对企业的转型升级实现高质量发展具有深远意义。

参考文献:

- [1] 王作超,王庆,王应品. 激振室变位机组筋板对故障原因及改进措施[J]. 工程机械与维修,2022(2):34-35.
- [2] 王田苗,陶永. 我国工业机器人技术现状与产业发展战略[J]. 机械工程学报,2014(5):1-13.
- [3] 张晶,丁捷,黄腾辉,等. 非标自动化设备设计开发过程研究[J]. 内燃机与配件,2018(16):188-189.

- [4] 苗德元,陈吉祥,周兴动,等. 行星轮滚针轴承自动化装配单元的设计[J]. 机械工程与自动化,2022(2):118-121.
- [5] 谈士力,申俊杰. 弧焊机器人焊接单元研制[J]. 上海大学学报(自然科学版),2000(4):359-362.
- [6] YANG Y H, CHEN C, WANG S Y. Response sensitivity to design parameters of RV reducer[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2018, 31(30):115-127.
- [7] 王晓峰,陈焕名. 弧焊机器人焊接姿态与工艺参数联合规划[J]. 焊接技术,2008,37(6):29-31.
- [8] 谭红,雷沛,李现坤. 一种机器人末端执行器的姿态控制算法[J]. 机床与液压,2021,49(15):62-66.
- [9] 霍厚志,黄程,张玉财,等. 弧焊机器人焊接工艺参数计算方法研究[J]. 焊管,2015,38(8):34-37.
- [10] 刘文武,马翠红. PLC 在机器人焊接系统中的应用[J]. 数字化用户,2018(28):233.
- [11] 陈炎钦,金玉崧,周翔. FANUC 机器人激光跟踪系统在电控柜焊接中的应用[J]. 上海电气技术,2014,7(4):31-35.

作者简介:魏相圣(1965—),男,山东潍坊人,高级工程师,主要研究方向为精益生产、企业物流与工厂布局、制造业信息化。

收稿日期:2022-07-12

编辑:罗刚

能源企业竞相布局氢能产业 我国已累计建成加氢站超过 250 座

近日,中国石化发布实施氢能中长期发展战略,提出加快打造中国第一氢能公司,力争成为世界领先氢能公司的发展目标。此前,中国石化宣布我国首个万吨级光伏绿氢示范项目——中国石化新疆库车绿氢示范项目启动建设。这是全球在建的最大光伏绿氢生产项目,投产后年产绿氢可达2万t。该项目将新建装机容量300 MW、年均发电量6.18亿kW·h的光伏电站,年产能2万t的电解水制氢厂等。目前,中国石化是国内最大的氢气生产企业,年生产氢气约390万t。

2022年4月,中国海油成立中海石油(中国)有限公司北京新能源分公司,提出进一步突出海洋优势,加快发展海上风电,择优发展陆上风光,因地制宜发展氢能业务,探索发展多能互补综合能源供应系统,努力实现“十四五”末新能源新产业收入占比达到10%的目标。

作为牵头成立中国氢能联盟的企业,国家能源集团在氢能布局上也举措频频。2022年4月,国家能源集团与福建签约称将在氢能运用、新能源开发、新能源装备制造等领域开展合作。

2022年3月,中国华电氢能技术研究中心揭牌成立,将重点围绕氢能产业政策与动态研究,氢能材料、装备及系统开发,氢能应用技术研究以及数字化、智能化等方面开展研究工作。中国大唐集团也成立了海南氢能产业发展中心。

据悉,目前我国已累计建成加氢站超过250座,我国年制氢产量约3 300万t,加氢站数量和制氢数量居全球第一位。但从总体看,全球氢能产业仍处于全产业链关键技术研发初期和商业模式探索阶段,下一步应加大力度完善产业链条。

(摘自 经济日报)