

压缩机自动化焊接设计与应用研究

梁善凯 崔新

(库卡机器人(广东)有限公司 广东 佛山 528000)

摘要: 家电行业的蓬勃发展, 导致制冷设备类的回转式压缩机需求不断扩大。在该压缩机生产过程中, 存在人工效率低、劳动成本高及组装焊接精度低的问题。本文基于智能制造, 应用工业机器人, 设计并实现一套自动化焊接生产系统。现场情况表明: 该压缩机自动化焊接生产系统提高了生产效率, 降低了人工成本, 而且焊接精度得到了保证。该系统为类似产品的焊接生产提供了一种可行的技术思路, 也符合未来我国制造业向自动化发展的趋势。

关键词: 压缩机; 焊接; 自动化生产

0 引言

随着时代的发展, 人们的生活水平不断提高, 空调、冰箱和冷柜等制冷家电已经成为老百姓家中的常见电器。在市场需求下, 工厂亟需利用自动化设备取代人工进行产业升级与改造。回转式压缩机主要包含密闭的壳体, 壳体中内置电动机和由电动机驱动的压缩机构部件。作为制冷类家电的“心脏”, 其生产技术虽然已经较为成熟, 但在生产过程中依然存在精度低、效率低和费用高等问题, 这些问题在焊接组装过程中尤为突出。

工业 4.0 时代的到来, 预示着我国的焊接自动化行业迎来了一个重要的机遇。焊接自动化以数字化焊机、工业机器人及多种焊接软件为基础, 该集成系统具有生产效率高、焊接精度高、质量可控等优点, 在汽车制造行业、航空航天行业及工程技术行业中已经得到了充分的应用。因此, 焊接自动化的应用成为本文的一个重要突破点, 利用焊接自动化技术来取代人工焊接, 在保证质量的同时也能为企业带来更好的效益。

1 压缩机焊接组装

如图 1、图 2 所示分别为压缩机 (160mm×351mm) 焊接的主视图与焊点剖面工艺要求示意图, 通过搬运机器人实现自动上下料, 并借助焊接机器人带动 3 把焊枪, 进行十点焊接组装 (电动机四点、泵体六点), 以使主壳体与电动机部件、主壳体与泵体之间连接稳固, 焊点密封可靠, 外观美观, 符合产品工艺要求。

具体工艺要求说明及焊点质量要求如图 2 所示。焊点凹陷≤1.0mm, 焊点凸起≤3.0mm, 焊点熔深≥0.5mm, 焊点内、外直径分别大于4mm和12mm, 要求焊点外观无焊点部异常凹凸, 无气孔、烧穿、焊渣黏附及焊点氧化点。

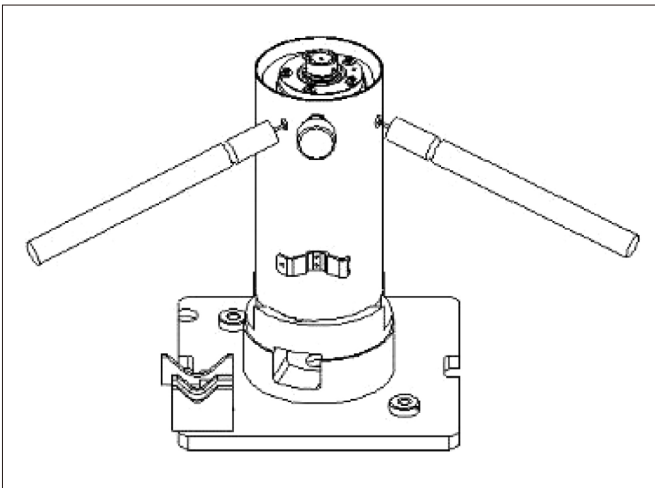


图 1 压缩机焊接的主视图

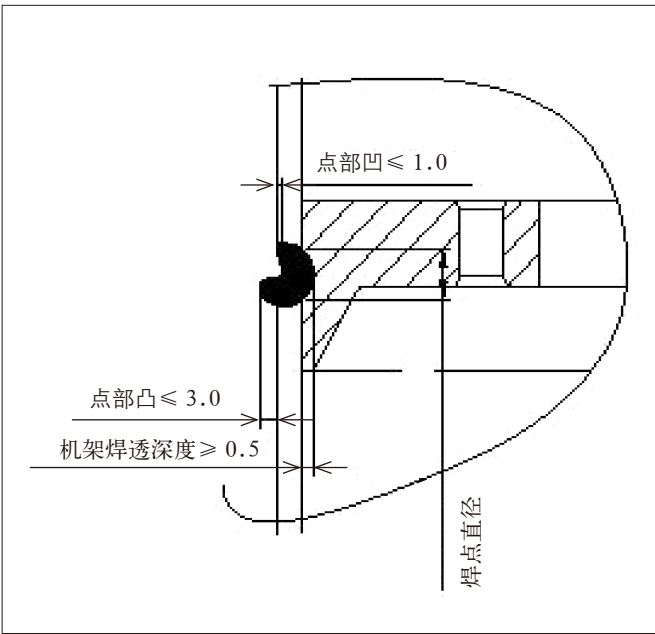


图 2 焊点剖面工艺要求示意图

2 焊接系统设计细节

如图 3 所示，该焊接系统包括 3 台焊接机器人、焊接导电装置、清枪装置、人工上泵体装置、辅助上料机构、拔伞规机构等装置。圆形转盘上设置有辅助上料工位、焊接工位和上、下料工位。

紧定位，从而保证焊接装夹精度。同时，根据实际需要，新增夹具解锁单元推动连杆机构，可以实现压缩机夹具自动解锁，方便简单。

如图 5 所示，上拔式伞规夹具包含抓放气缸、气缸安装板、连接法兰等。利用内撑头撑开法兰涨套夹紧伞型规座内圆的方式，解决了伞型规座的取放问题，伞型

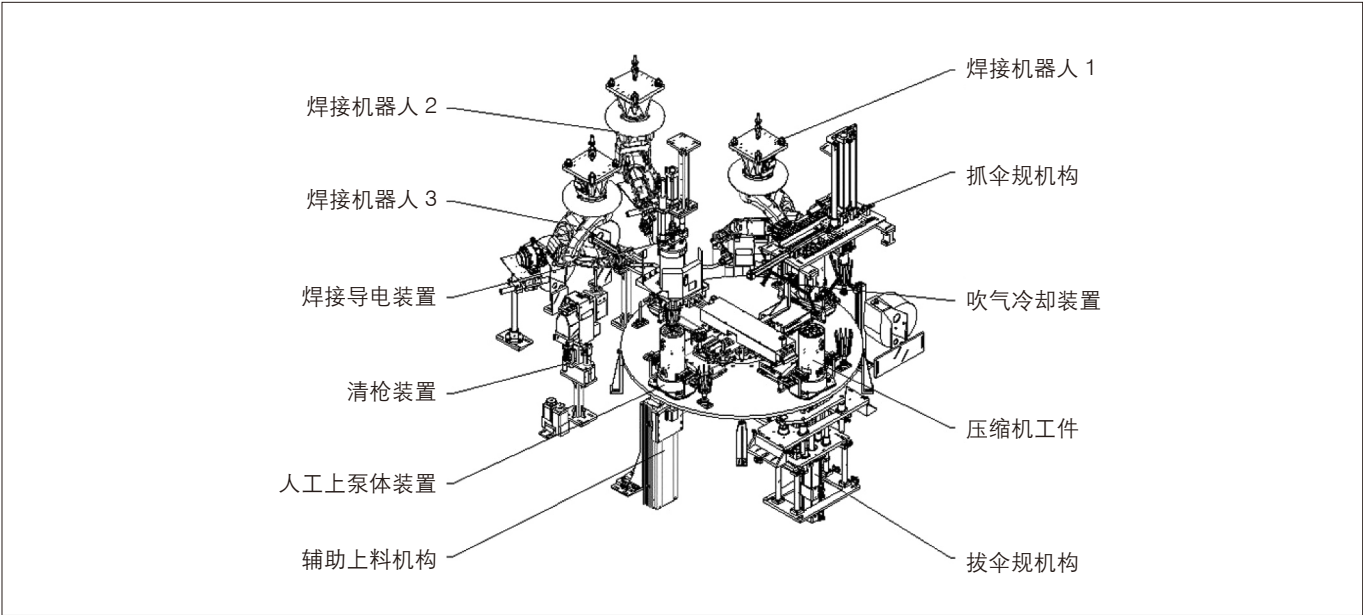


图 3 焊接系统

工件回转机构为四分度盘结构：1ST 负责将已焊接完成的压缩机工件与移栽机构从输送链上搬运来的未焊接工件进行回转交换，使焊机内部与外部隔开，并具有伞形规拔取功能；2ST 人工作业位置，人工通过泵体插入辅助机构将泵体与伞形规插入指定位置，并人工进行铜头安装；3ST 焊接工位，3 台焊接机器人分别两次双枪对角线对电动机进行四点焊接，然后 3 台焊接机器人对泵体进行 2 次焊接，完成六点焊接，焊接机器人需要在工件的水平、垂直及圆周方向可以任意移动，以确保焊接部位覆盖工件的任意位置；4ST 冷却工位，利用压缩空气对焊点进行吹气冷却。

为了实现上述功能与要求，需要进行特殊的设计。通过不断的设计与验证，最终设计出如下具有关键技术亮点的装置。需要说明的是，这些装置并非是最好的或者唯一的，但在项目中能实现其所赋予的功能。

在焊接过程中，工件的定位尤为重要。由于焊接过程中伴有电弧冲击力、热变形等，容易对焊接位置及质量产生影响，因此本文设计如图 4 所示的焊接托盘机构，图中工件上黑色点即焊点位置。焊接托盘包含托台、绝缘垫、固定杆、连杆、直线轴承、销轴、连接座、夹紧弹簧、夹块等关键部件，该托盘巧妙地采用连杆机构并结合矩形弹簧，可以有效地解决转盘上旋转工件不能精确定位的技术难点，最终实现压缩壳体在转盘上精确夹

规座的作用在于辅助转子铁芯和泵体居中定位。利用下拔式的机械夹具（其包含伞型规座、直线轴承、双行程气缸等工业元件），采用双行程气缸的分段动作，把焊接后的伞型规座拔下，避位后再次顶升伞型规座以便于收料，改变了以往机构向上拔取的方式，使得空间更加紧凑合理，产品兼容性更高。在自动化生产线的设计中，总体布局要尽量紧凑，以节省空间，而夹具部分需要具有定位精准、兼容性强等特点。因此，本节对焊接系统的总体布局及关键夹具做出说明，以凸显本文的创新与亮点。

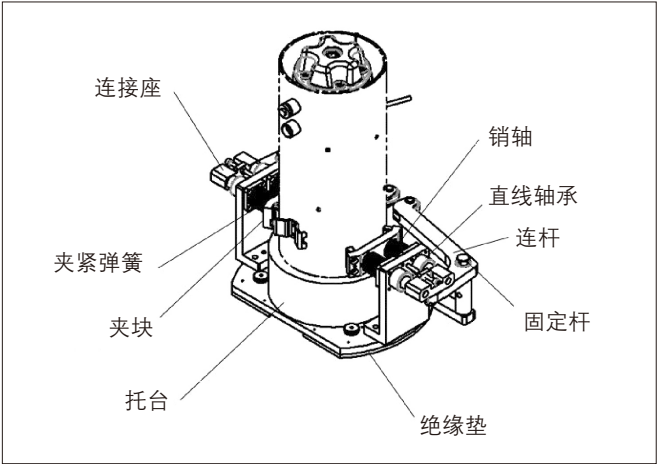


图 4 焊接托盘结构图

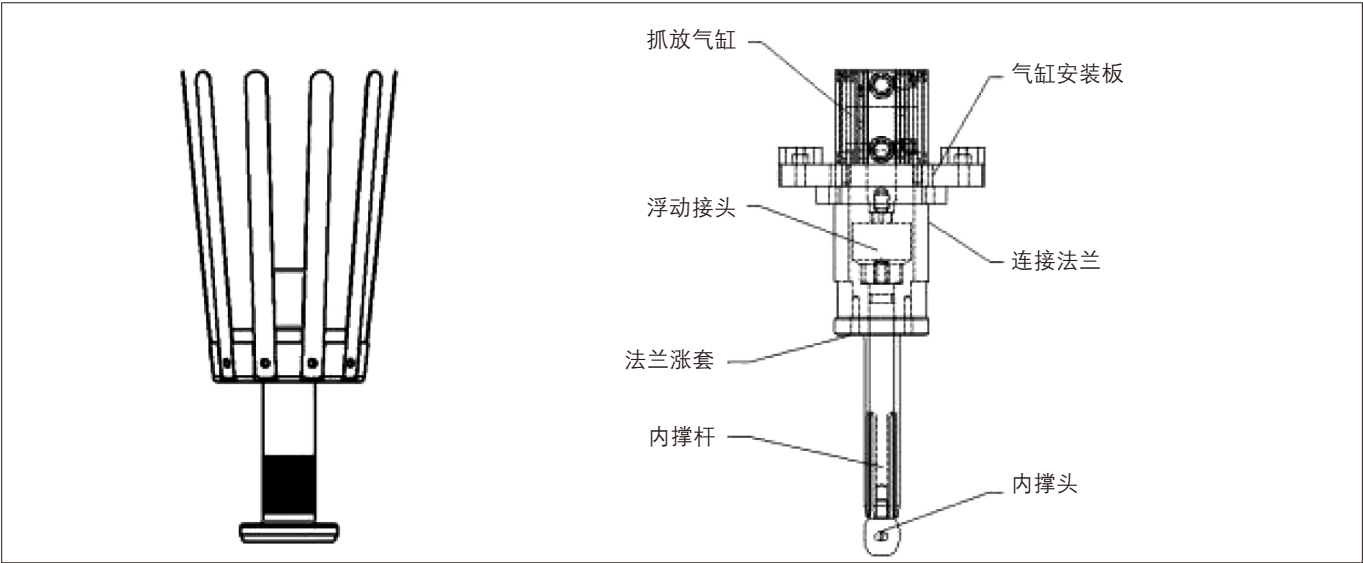


图 5 伞规及上拔式伞规夹具示意图

3 焊接参数

焊接参数的设置对焊接质量起着决定性作用，通过反复的调试试验，最终得出如下表所示的焊接参数。

表 焊接参数设置

焊接参数	电流 /A	电压 /V	焊接时间 /s	保护气体流量及焊嘴位置			焊嘴—母材 间距 /mm
				Ar	CO ₂	焊枪角度	
设定值	(240±10)	(26±1)	1.1 ~ 1.4	(22±2) L/min	(8±2) L/min	10°	13 ~ 15.5
备注	60 ~ 500A 可调	17 ~ 36V 可调	—	—	—	焊枪与水 平面夹角	

对焊点进行油压测试，具体要求如下：耐压试验 6.2MPa×1h、强度试验 12.5MPa×1h、破坏试验 15.0MPa×1h，以及往复疲劳油压 10 万次。因此，焊接参数并不能作为产品质量的检测标准，它仅仅是生产标准化中的一个参考。

4 结语

目前，国内的自动化生产还处在中下游阶段，由于制造业存在不同的需求，对设备的经济性、耐用性、安全性等提出了较高的要求，进而要求从业者具备良好的设计理念与水平。

通过这次设计，得出以下两点结论：

(1) 结合工业机器人集成技术、焊接工艺专机技术及独特的工装夹具技术，实现多产品压缩机壳体自动装夹、自动焊接，并深入理解焊接工艺参数匹配、特殊工装夹具设计理念，有效提升工艺专机设计水平；

(2) 结合压缩机焊接装夹工艺，综合考虑机构成本，巧妙地利用连杆机构，独立开发压缩机工装夹具、伞规搬运夹具，提高设计人员的创新能力及工装夹具综合设计水平。

总而言之，希望本文能够给同行从业者，无论是生产、技术还是研发人员提供一个设计灵感或者理念，以加快自动化行业向中国智能制造前进的步伐，从而满足工厂及市场的需求。

参考文献：

[1] 小津政雄，高斌，王玲．回转式压缩机及冷冻循环装置：CN112412790B[P]．2022-03-01.
[2] 潘曦，李彦澎，王莹，等．工商用冷冻冷藏压缩机研究进展与展望[J]．中南大学学报（自然科学版），2021，52（06）：1826-1836.
[3] 刘斌．暖通空调技术的发展趋势及启示探索[J]．科技创新导报，2019，16（13）：39+41.
[4] 周燕阳，范伟．焊接自动化技术发展现状及未来展望[J]．中国金属通报，2021（11）：14-15.
[5] 宋博仕．工业机器人自动化生产技术的实践研究[J]．现代制造技术与装备，2021（09）：179-180+183.
[6] 张宏伟．浅谈汽车产业中焊接自动化技术的应用[J]．内燃机与配件，2021（14）：232-233.

作者简介：梁善凯（1989-），男，汉族，本科，中级工程师，研究方向：工业机器人系统集成与应用。