

焊接机器人工作站优化设计与应用

陕西建设机械股份有限公司 (西安 710032) 刘伟斌 李 勇 王永刚 朱瑞博

【摘要】针对众多的中小型企业,结合本公司多年来焊接机器人工作站应用的成功经验,阐述焊接机器人工作站如何进行优化设计,此类企业可借此研究经验,根据本企业的生产要求,在选用或引进焊接机器人时,能够正确迅速地定制出所需要的焊接机器人工作站,掌握其主要技术指标更是正确应用的前提。

1. 问题的提出

近年来,机械制造行业竞争较为激烈,许多企业对生产效率和产品质量都提出了较高要求,将焊接机器人投入到生产线中,可以带动焊接自动化的发展,适应市场发展的需要。

焊接机器人在焊接生产制造中的大量应用,实现了制造厂家的按需应变,制造厂家只需改变机器人应用程序,就能够迅速将焊接机器人工作站转移到新产品的生产上来。但一个新的问题是,焊接的应用如此广泛,中小型的生产企业如此之多,因此它们对焊接工作站的需求也是各种各样,同时要求一个焊接工作站中使用不同的设备,这就对机器人工作站的使用提出了更高的要求,掌握其主要技术指标更是正确应用的前提。

此类企业应根据自身的需求和生产状况,在选用或引进焊接机器人时,能够正确迅速定制出它们所需要的焊接机器人工作站。

2. 焊接机器人工作站设计原则

焊接机器人主要包括机器人和焊接设备两部分,配置相应的外围设备组成焊接机器人工作站,所有这些外围设备其技术指标均应适应焊接机器人的要求。以往的周边设备都达不到机器人的要求,为了适应焊接机器人工作站的工作,外围设备必须进行优化设计。焊接机器人工作站设计时需要考虑

影响机器人焊接质量的多方面因素,并结合实际使用状况,只有经过优化设计的机器人工作站,才能给焊接机器人提供一个良好的工作环境,最大限度地发挥其优越性。

焊接机器人工作站采用进口机器人,加上配套的国产外围机械设备与电控系统,这是符合国情的机器人成套自动焊装备低成本自动化的最佳途径。

3. 焊接机器人工作站设计因素分析

一般企业在使用机器人焊接时,往往由于操作者经验不足,出现一些焊接质量问题,主要的原因就是机器人工作站设计不合理、不科学,加之操作者认识和解决问题的能力有限,在焊接过程中,会不同程度地出现焊缝焊偏、烧穿、焊缝成形不良、熄弧、急停死机和显示屏紊乱等现象,严重影响了产品的质量。

(1) 操作者的因素 目前广泛使用的焊接机器人,其基本工作原理是示教再现,即由操作者导引机器人,一步一步按实际任务操作一遍,机器人在导引过程中自动记忆示教的每个动作的位置、姿态、运动参数、工艺参数等,并自动生成一个连续执行全部操作的程序,完成示教后,只需给机器人一个启动命令,机器人将精确地按示教动作,一步一步完成全部操作。但是在焊接过程中,机器人对焊接环境的变化没有应变的能力,操作者人为因素

对机器人焊接质量影响较大。

首先,操作者的示教水平直接决定着机器人的焊接质量,如操作者示教焊接位置顺序、焊枪姿态、运动参数等。示教位置不当可能导致气孔、焊偏、未熔合和成形不良等焊接缺陷。

其次,示教过程中焊接参数选择不合理易产生焊接缺陷。在弧焊作业中,要求焊枪跟踪工件的焊道运动,并不断填充金属形成焊缝,因此,运动过程中速度的稳定性和轨迹精度是两项重要的指标,由于焊枪的姿态对焊缝质量也有一定的影响,因此在跟踪焊道的同时,焊枪姿态的可调范围尽量大,作业时,为了得到优质的焊缝,需要在动作的示教以及焊接参数(焊接电流、电弧电压、焊接速度)的设定上花费大量的人力和时间。

(2) 工装夹具的因素 焊接机器人施焊时,其焊枪重复定位精度高,因此对零件尺寸的要求较高,对工装定位精度和夹具夹持要求较高,各工件焊缝处间隙偏差 $\leq 0.8\text{mm}$ 。否则易出现焊缝焊偏、烧穿、急停死机等焊接质量问题。

(3) 起重设备吊装的因素 工厂内一般配置的起重小车无微动装置,在装夹工件时难以控制,装夹后易发生焊接位置偏移,示教再现型弧焊机器人进行焊接时,不能对焊缝进行动态跟踪反馈,因而焊缝位置有细微变化时,不能保证焊接机器人施焊焊缝质量。

起重吊装的影响因素:①工件吊装不到位,装夹的工件定位不好、精度不高。②吊装过程中,难免磕碰焊接工装夹具,变形后导致工件定位发生偏差。③吊装过程中,起重行车吊钩碰撞机器人伸展臂伺服系统,引起焊接位置偏移。

(4) 焊接电源的因素 焊接过程的电弧电压、电流瞬间变化时,影响熔滴过渡的平稳性,对焊接质量有较大影响。

另外,动特性好的逆变焊机容易引弧,焊接过程中电弧突然拉长一些也不容易熄灭,飞溅也较少。动特性差的焊机,引弧时焊丝容易粘在工件上,焊丝拉开的距离稍大一些就不能引弧,焊接过程中电弧偶然拉长一点,就容易熄弧,有时飞溅较严重。由此可见,逆变焊机性能可靠与否对焊接质量有很大影响。

(5) 供气系统的因素 焊接机器人施焊过程采

用 CO_2 气体保护焊,飞溅较大,焊缝成形不良,焊缝质量无法保证。

保护气体的纯度:如含水分较大及有害杂质等,易产生气孔质量问题。

供气气压:机器人焊接中,当气压过大或过小时,均会产生气孔缺陷。

(6) 其他因素 动力电缆交错放置、焊机及工作台的接地与否、屏蔽效果以及工作时的抗干扰能力均会对焊接质量产生相应的影响。

4. 焊接机器人工作站设计实例

企业选用哪种焊接生产形式,必须根据企业的实际情况及要素而定。我公司选用奥地利IGM公司生产的K5型六轴联动焊机器人,以下通过实例说明如何进行焊接机器人工作站优化设计。

(1) 操作者的技能培训 对操作者进行示教技能强化培训,同时提高其自身的焊接专业知识水平;对于经过强化培训合格的操作者,才允许持证上岗,进入机器人工作站编制焊接程序、焊接工件;定期对操作者编程后所焊工件实行量化考核,加强监督。

(2) 焊接工装夹具设计 机器人所焊工件,必须有专门的拼配和焊接夹具工装,这种工装夹具既有简单的用手动夹紧杠杆操作设备,也有极复杂的全自动液压或气动夹紧系统,无论哪种夹持定位方式,都要保持工件上焊缝的可接近性。如果仅仅依靠操作工拼配过程控制工件尺寸,存在一定的偏差,因此应对所焊工件结构进行分析,设计可靠的拼配和焊接夹具工装,以此消除人为因素对工件精度的影响,从而满足焊接机器人对工件的要求。

首先,应严格控制工件拼配精度,对于中、小批量的工件必须有专用的拼配工装,以保证工件拼配尺寸的一致性、焊接程序的通用性。

其次,焊接工装夹具定位夹持工件,在 360° 翻转时的任意位置均可焊接,焊枪在任一焊接位置不得与工装相干涉,工件的定位、夹紧可靠,拆装方便,工装的精度要能满足焊接机器人施焊的要求。

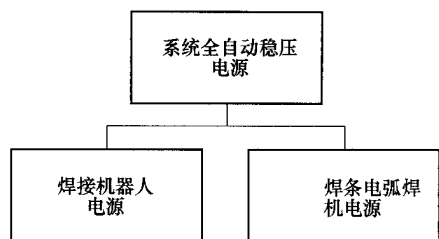
(3) 起重设备吊装设计 针对焊接机器人工作站施焊工件的吊装问题,配置专用旋臂起重机。旋臂起重机的主要功能:是从储料区自如吊装工件,并能将工件安全的吊装至K5系统机器人,同时应

保证工件装夹精度。例如施焊工件重1767 kg（以我公司所焊工件为例），因此选用起重量稍大的BZ2型定柱式旋臂起重机。相关参数为：额定起重量2t，提升速度：常速4m/min，慢速0.4m/min，最大起升高度：3m，回转角度：360°，最大水平行程：2.3m，最大回转半径：3.3m。

安装旋臂起重机过程中，应保证起重机高度上不能与车间的起重行车干涉，回转半径内不能与机器人伸展臂相碰撞。

（4）焊接电源设计 由于焊接机器人工作的特殊性，应配置独立的电源控制系统。

设置电源稳压器：对焊接机器人的电源控制需要配备单独的稳压系统，以保证机器人的焊接质量。因此设置SBW-100KW型全自动稳压电源系统（带谐波吸收、浪涌保护等功能），同时，焊条电弧（一并接在本电源系统中）补焊时，不会影响机器人的正常工作，如附图所示。



机器人工作站焊接电源配置

选购可靠的逆变焊机：由于逆变焊机控制主板采用高性能的电脑控制，这就对焊机的电源功率输出和稳压提出一定的要求，我公司选购的FRONIUS（福尼斯）TPS2700 MIG/MAG焊机可满足以上要求，该型焊机为完全数字化逆变焊机，带有微处理控制器，集中处理所有焊接数据，数字化控制和监测整个焊接过程，并快速对任何焊接过程的变化作出反应，具有最佳的焊接特性和极强的适应性能，可完成各种焊接工作任务，确保能实现理想的焊接效果。

（5）供气系统的设计 首先，将焊接机器人焊接用CO₂保护气体更换为富氩混合气体（80%Ar+20%CO₂），此方法焊接电弧稳定，焊缝成形好，还能提高焊缝的力学性能。

其次，借鉴汇流排中混合气保护施焊的成功经验，为焊接机器人工作站设计汇流排供气系统。使

用汇流排供气好处在于有效地保证了焊接机器人工作时的集中用气，而且供气气压稳定、质量好，工作用气时间长，既提高了机器人的工作效率，又减少了人力；解决了焊接过程中出现的缺陷问题，同时受焊工件焊缝成形优良，提高了机器人焊接质量。

（6）安全设计 安全设备对于焊接机器人工位是必不可少的，焊接机器人应在一个被隔开的空间内工作，用外围护栏、安全门或光栅保护，机器人的工作区通过机械方法加以限制。

操作人员在示教时，或者在突然出现故障后观察故障时，必须进到机器人及工件近旁，因此限制机器人的最高移动速度和急停按键会提高安全性。

（7）其他方面的设计 工作站的机器人控制器、焊机和工作台等分别单独安装接地、接零装置，对外界静电强磁场的干扰能起到抑制作用，避免对机器人工作数据程序的干扰。同时，对工作站外露动力电缆线路、焊接气路进行整合，将其置于地沟槽内，并用铝板覆盖，具有一定的屏蔽抗干扰效果，保证了机器人焊接过程的可靠性。

5. 结语

（1）在本次设计中，综合考虑了安全、质量、经济效益、生产效率及6S现场管理等多方面因素，优化设计的焊接机器人工作站经过多年的实际运行应用，效果非常理想。实践证明，本设计是比较成熟的机器人工作站，经其所焊焊件焊缝成形美观，质量稳定可靠，生产效率得到了大大提高。

（2）焊接机器人工作站的外围设备其技术指标均应适应焊接机器人的要求，对于达不到机器人要求的外围设备必须进行优化设计，从而使焊接机器人更好地发挥优势。

（3）不同的焊接机器人编程方式对生产效率影响明显，在线示教方式只要求机器人具有较高的重复定位精度，易于实现，但需要占用作业时间。离线编程示教，无需操作工操作机器人进行现场示教，可根据图样在计算机上进行编程，然后输给机器人控制器。这种编程方式不占机器人作业时间、便于优化和更为安全，是今后焊接机器人工作站的发展方向。**MW** (20120603)