

钛合金焊接工艺及缺陷预防措施分析

杜孟开 汪卓然

(山西汾西重工有限责任公司 山西 太原 030027)

摘要: 本文阐述了钛合金工艺的技术原理和主要的工艺类型,分析了导致钛合金焊接工艺出现缺陷的主要因素。针对这些影响因素以及缺陷类型,提出一些有效的预防措施,希望能为相关从业者提供参考。

关键词: 钛合金; 焊接工艺; 缺陷; 预防措施

0 引言

钛合金具有比强度高、耐腐蚀、塑性、韧性等优点,但具有比较明显的脆化、氧化特性,其焊接加工的难度相对较高。因此,对钛合金焊接工艺及缺陷预防措施进行的研究,具有重要的意义。

1 钛合金焊接工艺概述

1.1 工艺材料

在针对钛合金材料进行焊接时,一般用到的焊丝和母材材质相同。在实际应用当中,为了提升接头的韧性,会适当降低焊接接头的强度,技术人员普遍会使用经过退火处理的TA1-TA6焊丝,来对钛合金材料进行焊接加工。值得一提的是,部分情况下如果没有找到这些材质的焊丝,可以直接将母材剪切成焊丝的形状,代替焊丝进行加工。

钛合金元件或焊丝表面存在杂质,都会导致焊接质量受到影响,出现诸如气孔、含杂这样的问题。在焊前的清理工作中,可使用物理方法或化学方法。物理方法主要包括喷砂、抛光法,化学方法主要是酸碱清洗法。前者的应用比较普遍,而后者则重点是处理一些特殊污垢或腐蚀的情况。

1.2 主要的钛合金焊接工艺

(1) 熔化极氩弧焊技术。这种工艺主要是针对厚度较大的钛合金元件,并且在焊接时普遍采用直流反接的方式。在具体焊接过程中,若母材厚度较小,比较适用短路过渡的熔滴过渡焊接法,若母材厚度较大,则可以使用喷射过渡的熔滴焊接法。在使用熔化极氩弧焊技术时,对保护气体纯度以及前期清理工作有比较高的要求。

(2) 钨极氩弧焊技术。如果待焊钛合金元件厚度低于10,一般都会使用钨极氩弧焊技术,这种技术一般使用直流正接的方式。需要注意的是,使用包括钨极氩弧焊技术在内的多种焊接技术时,都应当在焊接加工过程使用氩气来对焊接件进行全方位的保护,保证焊接质量和安全。

(3) 等离子弧焊技术。等离子弧焊技术一般会使用机械压缩、热压缩以及磁压缩工艺来达到收缩电弧的目的,并且在焊接过程中要采用按照一定比例混合的氩气和氢气进行保护。这种工艺的保护气体可以很好的提升焊接电弧收缩性,进而提高焊接质量。但是需要注意的是,在钛合金焊接过程中,由于钛合金材料容易和氢元素发生反应,导致材料变质,因此不能使用传统的氩氢保护气体,而要将氢气改为氦气。

(4) 电子束焊接技术。采用这种焊接技术在实际使用中,

通过技术人员的操作,可以持续在钛合金表面形成规则的焊缝,达到焊接工艺要求。当然需要注意的是,这种焊接技术在使用中会在钛合金表面产生过多的应力,尤其是在较厚的焊材上这类残余应力更多,针对这种情况要在焊接之后对焊材进行真空退火。

2 导致钛合金焊接出现缺陷的主要因素

2.1 氢气、氧气和氮气的影

在钛合金焊接加工的过程当中,液态熔池金属会大量吸收氧、氢、氮元素,而固态的钛合金还会和相关气体发生反应。尤其在焊材温度持续上升的情况下,钛合金与氢气、氧气、氮气的吸收、反应越来越激烈。这个吸收相关气体并发生反应的过程,会导致钛合金焊接质量受到直接的影响。具体来讲,在钛合金焊接加工过程中,①如果在钛合金焊缝含氢量过高,因为氢元素和钛合金在高温下发生反应会出现很多片状 TiH_2 ,这种元素强度极低,会导致其无法承受焊接过程产生的冲击。如果氢量达到一定浓度,焊缝乃至周边区域的材料脆性增加,导致焊接材料表面出现裂缝。②如果焊缝内含氧量升高,焊缝的强度会得到提升,但是相应的可塑性会下降,这会导致精细化的加工要求无法得到满足。③钛合金焊缝中如果含氮量过高时,焊缝或热影响区在较大的焊接应力作用下会出现裂纹,该裂纹属于延迟裂纹。

2.2 碳元素的影响

受到基础材料工艺的影响,很多钛合金材料本身含有较多的碳,而这是影响焊接工艺质量的主要元素。如果钛合金材料含碳量低于0.13%,焊缝强度相对较高,而焊材塑性会受到不利影响。如果含碳量高于0.13%,在焊接加工中会出现网状TiC,导致焊缝塑性大幅度下降,最终导致钛合金元件表面出现大量裂纹。如果因钛合金材料本身或环境因素导致焊接缝含碳量超过0.55%,焊接缝部分将直接变为脆度非常高的材料,其塑性基本消失,进而引发焊缝整块裂开、脱落等严重质量问题。

2.3 硫、磷及碳的影响

由于钛及钛合金中硫、磷、碳等杂质很少,低熔点共晶物很难在晶界出现,有效结晶温度区间窄,而且焊接金属凝固时收缩量小,如果焊丝质量好,杂质少时,则很少出现热裂纹。焊接时保护不良会出现热应力裂纹。钛合金焊接时,热影响区氢含量增加及存在不利的应力状态,会引起延迟裂纹。

3 钛合金焊接缺陷的预防措施

3.1 科学采用氩弧焊技术

氩弧焊技术是一种主要使用氩气作为保护气体的焊接技术。基于这种工艺特点,在焊接加工的过程当中应避免出现氢、氧、氮、硫、磷等元素,进而避免了焊接缝及周边材质发生脆变的情况。需要注意的是,在焊接时需要严格保证保护气体中氩气的纯度不低于 99.99%,焊接前做好严格的检查。

3.2 保证焊接环境的清洁

在进行钛合金焊接时,要确保环境清洁度足够高。要对加工、装配平台进行全面清扫,所用清洁工具涉及到的金属材料应当严格保证是不锈钢材质。同时,进行操作时要穿着洁净无污染的工作服,佩戴洁净的细纱布作业手套。焊接前全面清理焊接母材,避免其表面存在杂质。

3.3 保证焊接工艺规范性

针对钛合金的焊机加工,需要相关的技术人员掌握专业焊接技术,并要求其具有严格的质量控制意识。在焊接过程中,要严格按照相关规范要求进行作业,确保单个焊接件的焊接加工在 3 小时内完成。焊接过程要规范工艺参数、

接头形式,做好焊接稳定的监控和调整。

4 结语

综上所述,作为一种先进的合金材料,针对钛合金的焊接加工与其它材料具有一些差异,如果采用的焊接技术方法不合适,加工规范性不足,将会导致焊接质量受到影响。因此,相关技术人员应当深入研究分析导致钛合金焊接出现缺陷的原因和影响因素,在焊接工艺的选择以及加工过程的管理方面,做好技术优化和作业规范保障,提升钛合金的焊接加工质量水平。

参考文献:

- [1] 周军,梁武,张春波,等.TC17 钛合金线性摩擦焊接头组织及力学性能分析[J].焊接学报 2020,41(5):36-41
- [2] 杨夏炜,李文亚,李宏宇,等.基于搅拌摩擦点加工技术的 TA15 钛合金板及其 TIG 焊接接头组织及硬度[J].中国有色金属学报(英文版),2018,28(1):55-65.
- [3] 刘畅,邓彩艳,龚宝明,等.组织不均匀性对 TA15 钛合金电子束焊焊接接头热影响区应变集中的影响[J].焊接学报,2019,40(9):49-52,81.

(上接第 103 页)

加工中心机床使用过程中,要恰当且准确地使用夹具。对加工中心的工作程序进行系统化升级之后,分析出以下在加工中可能出现的影响因素,①加工零件的精度;②加工产品的量;③加工周期④制造成本。每道工序都需要配合使用夹具才能获得标准的零部件,保证质量的有效办法是对家具和成组夹具合理调整与使用。

2.4.2 刀具选择

不同零部件都有特定的刚性,按照其实际的刚性指数,选择合适的刀具,使零部件表面更加平整。在生产加工时,平面零件周边轮廓要利用立铣刀;对平面硬度较高要求的,则需要使用合金刀片;高速钢立铣刀可以完成凹槽和凸台的加工;表面相对粗糙且需要进行粗加工的零件,可以先取硬质合金刀进行加工。刀具的选择与零件材料有关,要提前进行材料认定,以选择合适的刀具进行加工。

工件的装夹与定位。在加工中心上,夹具的任务不仅是夹紧工件,而且还要以各个方向的定位面为参考基准,确定工件编程的零点。在加工中心上加工的零件一般都比较复杂。零件在一次装夹中,既要粗铣、粗镗,又要精铣、精镗,需要多种多样的刀具,这就要求夹具既能承受大切削力,又要满足定位精度要求。这就要求加工中心夹具比普通机床结构紧凑,简单,夹紧动作迅速、准确,尽量减少辅助时间,操作方便、省力、安全,而且要保证足够的刚性,还要能灵活多变。

在加工中心机床上,要想合理应用好夹具,首先要对加工中心的加工特点有比较深刻的理解和掌握,同时还要考虑如下因素:①加工零件的精度;②批量大小;③制造周期;④制造成本。

根据加工中心机床特点和加工需要,目前常用的夹具

结构类型有专用夹具、组合夹具;可调整夹具和成组夹具。在选择时要综合考虑各种因素,选择最经济、最合理的夹具形式。

2.5 按机床的特征

不同零部件加工时需要反复对其结构进行确认,确保在零件加工过程中选择适合的夹具,并控制精度。特定的机床可以完成一系列零件的加工,加工前一定要选择合适的机床,利用恰当的工序保证工作效率。

2.6 切削用量选择

所谓切削用量,是零部件在加工时既保证快速完成指定位置的粗加工和精加工,又要在控制成本的同时,避免材料过度浪费。精加工的目的在于,有效控制质量,应选择合适的切削角度和用量,提高效率、控制成本。按照机床使用说明书的指导方法,选择适合的切削量,并根据实际情况作出微调,进而收获满意的结果[]。

3 结语

数控加工技术的核心在于编程控制与加工引导,而这两个方面的实施要依托一定的技术原理来实现。为了能够更好的凸显数控中心功能,促进其加工工艺水平的提升,技术人员必须从数控加工中心工艺特点出发,对其加工工艺技术进行深入研究,并能够选择合适的加工方式,满足不同类型工件的加工需求。本文从两大方面对数控加工中心加工工艺进行了相关讨论,旨在助力于我国数控加工领域发展。

参考文献:

- [1] 陈广夺.数控加工中心的编程控制及加工工艺[J].南方农机,2018,49(08):56.
- [2] 陈晓燕.浅析五轴加工中心数控编程技巧[J].科技创新导报,2017,14(16):8-9.