

电机转子激光焊接系统设计

杨敏

(绵阳职业技术学院, 四川 绵阳 621000)

摘要 针对电机转子中套筒、护盖的焊接,设计了激光焊接系统。由于整个工件组合后长度和位置的尺寸存在一定的尺寸公差,需设计特殊夹具吸收其公差。激光焊接夹具包括随行夹具、顶升组件、上止档组件及转盘夹具,将工件置于随行夹具内,顶升旋转组件将工件顶入上止挡组件,以转子的上端面作为定位基准面,实现对工件的精确定位焊接。

关键词: 激光焊 焊接夹具 公差 定位

中图分类号: TG454

0 前言

三相异步电动机主要由定子和转子两大部分组成,转子部分主要由中套筒、护盖和转轴组成,护盖为冲压件,套筒为焊接件,转轴为机加件,需将两者焊接起来,目前主要采用氩弧焊方式,但是由于氩弧焊热量输入较大,容易对电机转子局部产生灼伤,影响转子的性能,其次氩弧焊的强度有待提高,已经无法满足转子的焊接生产需求^[1-2]。

激光焊是将激光束通过光学系统聚焦集中到工件表面,对工件局部进行快速加热,达到迅速熔化,快速冷却以实现连接的目的^[3-6]。它具有以下特点:热输入较低,工件热变形小,焊缝深宽比大,接头强度高,大部分材料经过焊接后,焊缝的抗拉强度可以达到或者超过母材强度,这是氩弧焊等传统焊接方法无法达到的效果^[7-9]。

但是激光束经过光学聚焦系统聚焦后,光斑很细,一般在 0.5 mm 以下,对工件的装配精度及尺寸精度要求相对较高。需要设计专门的夹具对工件进行定位,吸收工件的装配公差。其次夹具必须提供压紧力对工件进行夹紧,一是起到预固定的作用,二是抵消在焊接过程中工件受热变形的张力,使得工件形状保持一致。夹具的设计还必须考虑和激光焊接系统配合,尽量实现自动焊。此外,夹具的设计还需便于上下料及提高生产效率。因此夹具设计的优劣直接影响到焊接效果及效率^[10-19]。

文中根据电机转子中套筒、护盖和转轴装配后的

组合体实际尺寸及装配公差较大的情况,设计了专业夹具,对工件焊接前进行预定位及预夹紧,并且配合激光焊接系统进行联动工作,提高产品的合格率及生产效率。

1 工件技术要求及焊接设备

1.1 待焊工件的焊接特点

待焊工件为电机转子。焊前需采用冲床和压力机将其组合好,组合后的零件之间的缝隙很小(单个零件存在一定公差,经过压力机组合后将三者铆合成一体,使三者互相贴紧),适合用激光焊。工件材质均为不锈钢,厚度为 0.4 mm。图 1 为电机转子结构图,其主要由

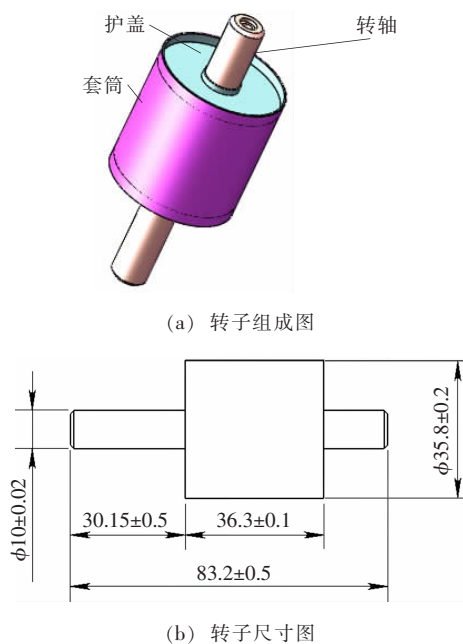


图 1 转子机构图

套筒、护盖(上下各一个,共两个)、转轴和内部填充物等组成,需将两个护盖和套筒及转轴焊接在一起,该组合体为冲压件。各零件之间缝隙较小,但组合后整个工件长度和位置的尺寸存在 $\pm 0.5\text{ mm}$ 的公差(转轴为机加件,精度较高,可作为定位基准),需设计特殊夹具吸收其误差。

1.2 激光焊接系统总体设计

根据焊接要求,综合焊接效率和成本,采用 Nd:YAG 激光器配合准直聚焦输出镜头进行焊接。为吸收工件误差,文中焊接需将夹具的定位基准固定,采用手动上下料的方式,先焊接其中一面的两条焊缝(护盖和套筒一条缝、护盖和转轴一条缝),然后取下工件进行二次装夹,再对另一条焊缝进行焊接。

设备主要由上机柜、夹具组件和下机柜三大部分

组成(此处省掉激光器和冷水机等)。上机柜上开有观察窗和监视器;各操控按钮集成在下机柜上,方便操作,夹具组件为该设备功能性机构。

2 夹具组件设计

2.1 夹具总体设计方案

夹具组件主要由转盘夹具和输出镜头组件等组成。设备工作时,人工将待焊工件放入随行夹具内,当转盘带着随行夹具内的工件运动到输出镜头组件下方焊接工位时,顶升旋转组件开始将工件从随行夹具内顶起,被顶起的工件接触到止挡组件后停止不动,然后开始旋转,同时输出镜头开始焊接,环焊一周完成焊接。焊接完成后顶升旋转组件缩回,工件在随行夹具内的复位弹簧作用下复位,夹具总体结构如图 2 所示。

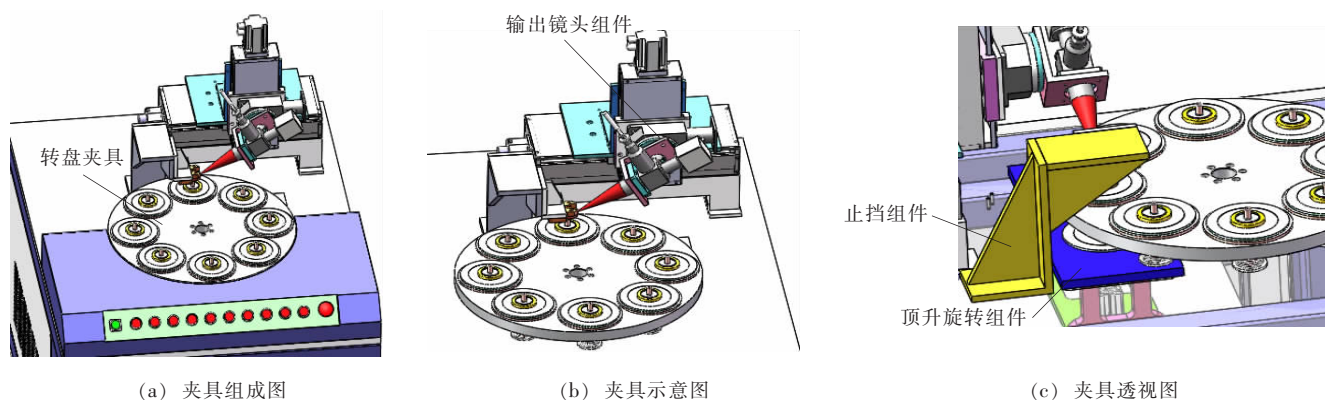


图 2 夹具机构图

2.2 输出镜头组件设计

输出镜头组件主要由两个线性模组(X轴和Z轴)、一个电动旋转台(C轴)、准直聚焦输出镜头和其他机加件组成,焊接时可根据轨迹进行自适应调整,如图 3 所示。

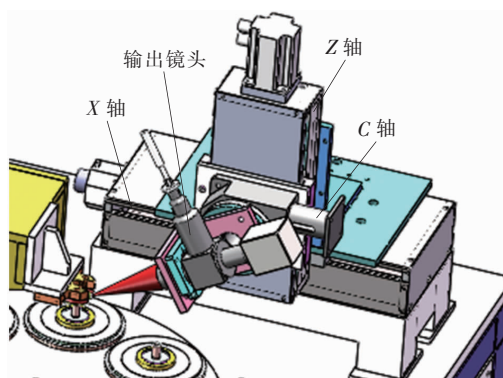


图 3 输出镜头组件机构图

2.3 转盘夹具设计

转盘夹具由高精度直接驱动旋转马达驱动,共有 8 个工位,每个工位配一套随行夹具,机械结构如图 4a 所示。随行夹具结构如图 4b 所示,人工将转子放入到随行夹具内,套在转动套内,在滑动轴和转动套共同作用下完成对转子的定位。当随行夹具带着转子运动到焊接工位时,顶升旋转组件开始将滑动轴顶起,此时转子和滑动轴一起向上运动,接触到止挡组件后停止运动,这样可以以转子的上端面作为定位基准,实现吸收工件尺寸误差并完成对转子的精确定位。设备工作时,放入夹具内的转子跟滑动轴端面接触;套筒材质为黄铜,黄铜材质比不锈钢软,可防止转子在上料过程中被划伤,套筒内径比转子外径大 1 mm ,故转子放入到随行夹具内以后不会与套筒接触。转子的转轴为机加件(精度较高),将其套入到滑动轴内部,滑动轴内径比转轴外径大 0.05 mm ,可对转子实现轴向方向的精确定位。其

中,套筒和滑动套之间为间隙配合,套筒和滑动轴之间为过盈配合。径向方向的精确定位见 2.4 节所述。

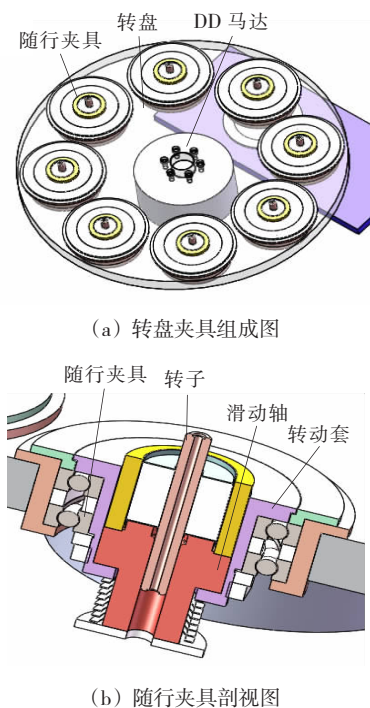


图 4 转盘夹具机构图

随行夹具的滑动轴外套有一复位弹簧,焊接完成后,顶升旋转机构下降后,此弹簧可使滑动轴带着转子一起复位下降到初始高度位置。

2.4 止挡组件设计

止挡组件需结合输出镜头组件一起设计,由于每个护盖需焊接两条焊缝,故需具有避位设计便于激光透射,如图 5 所示。当顶升旋转组件将随行夹具顶起后,工件上表面接触到止挡组件的球头柱塞上,止挡组件的挡块设计成 U 形结构(开有一 U 形缺口),方便进行焊接。

2.5 顶升旋转组件设计

顶升旋转组件包含顶升和旋转两大功能,结构如图 6 所示。该机构为花键轴直线运动和旋转运动的综合运动,当气缸向上运动时,花键轴开始向上运动,顶块接触滑动轴后,推到滑动轴继续向上运动,并使转子接触到止挡组件,顶块起到离合作用。为增加离合时的摩擦力,顶块采用优力胶或者橡胶材料制作。当转子接触到止挡组件后,电机开始运动,带动花键轴和转子做旋转运动,此时输出镜头开始焊接,旋转 360°后,完成焊接,此后电机停止,气缸缩回。气缸的压紧力主要由缸径和气压决定,因焊接时仅需将工件顶起即可,综合工件的重量和夹具摩擦力,选取直径

为 20 mm 的气缸,气缸单独配备调压阀,可根据实际情况调节至合适压力。

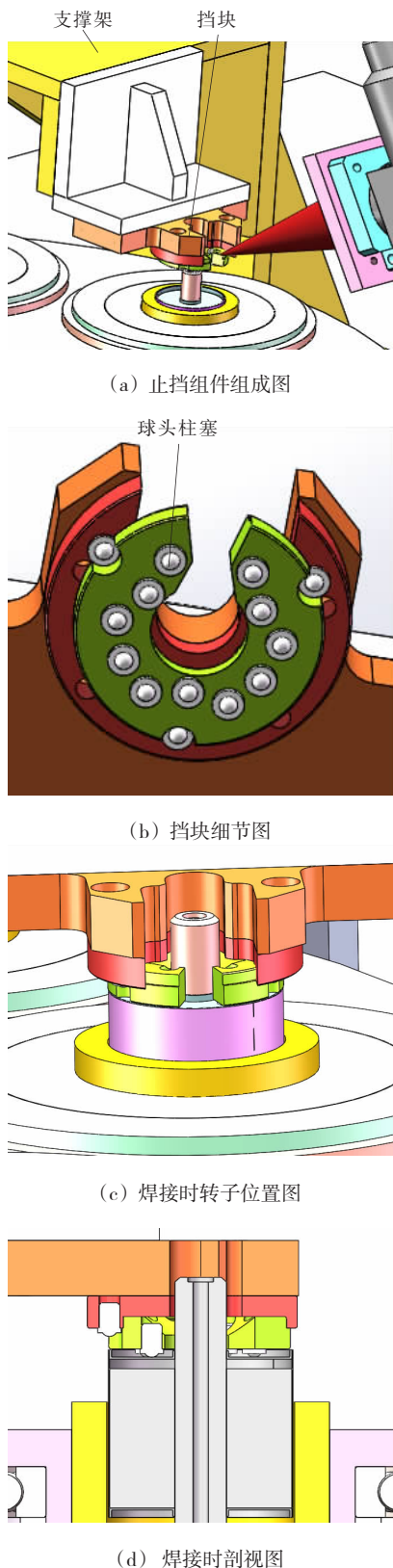


图 5 止挡组件机构图

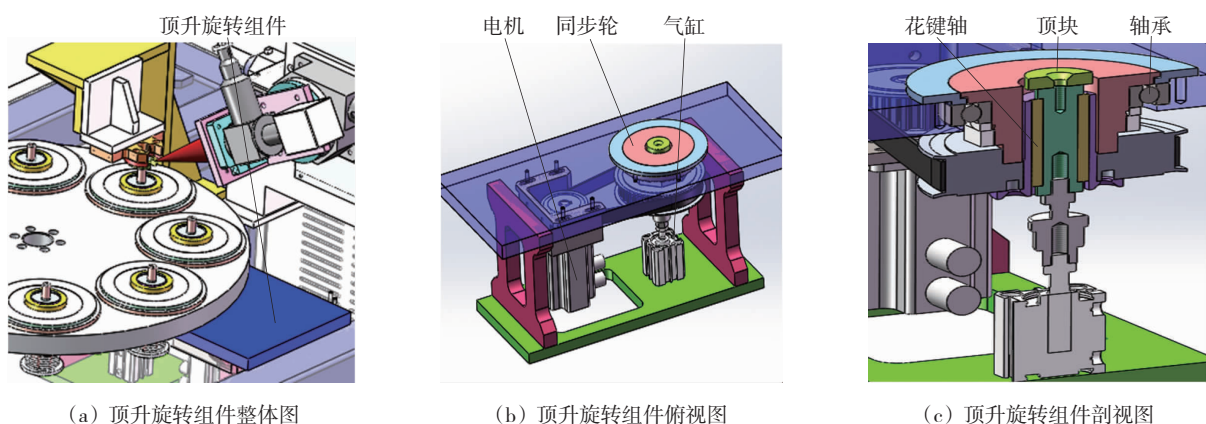


图6 顶升旋转组件结构图

3 结论

(1)采用顶升夹具将工件向上顶起,利用工件上端面作为定位基准面,吸收了工件的加工公差及装配精度差。对于径向方向上的误差具有较强吸收能力;对于轴向方向的误差,误差小于其输出镜头镜片的焦深即可满足焊接要求,提高了产品质量,降低了产品制造成本。

(2)采用八工位转盘及附带的随行转换夹具,使得焊接过程与上下料过程分开并同时进行,提高了生产效率。

(3)工件夹具与激光焊接形成自动联动系统,工件自动顶起,自动焊接。完成焊接后,自动退出夹具,形成半自动化焊接系统,节约了人工操作成本。该系统已在某企业实际投产,取得了良好的经济效益。

参考文献

- [1] 王家淳. 激光焊接技术的发展与展望[J]. 激光技术, 2001, 25(1): 51 - 55.
- [2] 左铁钊, 肖荣诗, 陈铠, 等. 高强铝合金的激光加工[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
- [3] 李晓松, 王作东. 浅谈不锈钢管道氩弧焊的焊缝背面保护方法[J]. 金属加工, 2009(4): 34 - 35.
- [4] 魏晓彤. 不锈钢薄板焊接方法的探讨[J]. 广州化工, 2010, 38(5): 234 - 237.
- [5] Chen S D, Ke F J, Zhou M, et al. Atomistic investigation of the effects of temperature and surface roughness on diffusion bonding between Cu and Al[J]. Acta Materialia, 2007, 55(9): 3169 - 3175.
- [6] Song D F, Hu S S, Ma L. Development of laser-based welding of aluminium alloy[J]. Electric Welding Machine, 2004, 34(9): 1 - 3.

- [7] 许新猴, 赵小强, 华鹏, 等. 异种钢激光 - 电弧焊复合焊接数值模拟[J]. 精密成形工程, 2015(4): 71 - 75.
- [8] 衣思平, 许宝忠, 李梅, 等. 锂离子蓄电池极耳的激光自动焊接[J]. 电源技术, 2005, 29(2): 80 - 81.
- [9] 刘立君, 王晓鹏, 金海平, 等. 小功率脉冲激光模具修复温度场数值模拟[J]. 焊接, 2016(12): 50 - 55.
- [10] 梁春雷, 李晓延, 巩水利, 等. TC4 钛合金薄板激光焊接接头疲劳性能研究[J]. 材料工程, 2006, 28(4): 48 - 51.
- [11] 张骁, 王敏, 张会杰, 等. 焊前装配精度对 5083 铝合金 FSW 工艺的影响[J]. 精密成形工程, 2015, 7(5): 65 - 71.
- [12] 钟茂莲. 一种应用于自动化生产的冲压模具设计[J]. 精密成形工程, 2015(2): 76 - 82.
- [13] 孙学娟, 杨静, 武晋. 侧围总成焊装夹具设计与机器人焊接模拟[J]. 焊接, 2016(3): 69 - 72.
- [14] Huang R S, Liu L L, Zhang F. Influences of laser in low power YAG laser - MAG hybrid welding process[J]. Chinese Optics Letters, 2008, 6(1): 47 - 50.
- [15] 来新明, 陈关龙, 林忠钦, 等. 薄板冲压件焊接装夹具设计方法[J]. 机械科学与技术, 2000, 19(5): 785 - 787.
- [16] Guen E L, Fabbro R, Carin M, et al. Analysis of hybrid Nd:Yag laser - MAG arc welding processes[J]. Optics & Laser Technology, 2011, 43(7): 1155 - 1166.
- [17] 商冬青, 崔沛. 薄板激光焊接夹具结构设计[J]. 毕节学院学报, 2014, 32(8): 86 - 89.
- [18] 崔远良, 黄步云, 李少文, 等. 基于薄板折弯件的焊接工装设计[J]. 金属加工(热加工), 2012(14): 84 - 85.
- [19] 武福, 王晓峰, 朱正凯. 基于 ANSYS 的车身柔性薄板焊装夹具优化设计[J]. 机械研究与应用, 2013(6): 110 - 113.

作者简介: 杨敏, 1980 年出生, 大学本科, 讲师。主要研究方向为机械设计制造及机电一体化。