桥壳焊接翻转自定心夹具设计

刘艳萍[1]，林方军[2]，刘均伟[2]，王震震[2]

1.烟台科技学院智能工程学院　山东烟台　265600

2.山东蓬翔汽车有限公司研发中心　山东烟台　265600

摘要：桥壳是车桥总成的重要组成部分，也是汽车主要的承载件和传力件，桥壳附件焊接质量直接影响其承载力。结合企业需求，从提高桥壳附件焊接质量、一致性、提升生产效率、降低制造成本及适用自动化、智能化的柔性生产线入手，设计了上下料联动机制、柔性化的自动定心翻转焊接夹具。夹具的结构设计思路对同类产品具有一定的借鉴和指导意义。

关键词：翻转机构；自定心机构；柔性机制；变位焊接

驱动桥属于汽车传动系统的末端零件，其中桥壳是汽车主要的承载件和传力件，是主减速、差速和半轴等的装配基体[1]。驱动轮传来的力矩、制动力和反作用力等[2]，对桥壳质量及一致性均提出较高的要求。同时为了降低制造成本，提高生产效率以及适应自动化生产线的布局，设计一款桥壳加工工序集约化、自动定心及翻转的夹具，适用于搬运机器人自动上下料和机器手自动焊接。

桥壳加工夹具现状

传统的桥壳附件焊接，采用人工吊装桥壳放置夹具上，夹具定位采用V形块和定位销孔插销，手动夹紧及气动夹紧配合。不同的焊接部分，采用多道工序多个夹具，重复装夹、手动夹紧，传统的定位夹紧方式很难保证产品质量的一致性，生产效率低，不同型号产品切换调整夹具时间较长，且工人劳动强度大。现有夹具如图1所示。

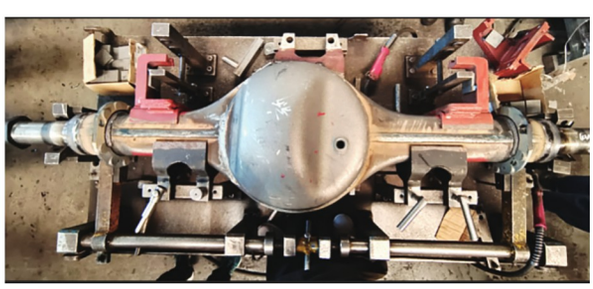


图1　现有夹具

改进的夹具方案设计

应国内某桥壳生产企业需求，为适应驱动桥壳柔性焊接生产线要求，设计桥壳附件焊接夹具，夹具方案结构如图2所示。搬运机器人读取桥壳信息并夹持，

同时工控中心将桥壳信息发送给指定夹具，夹具根据产品型号进行自适性调整。夹持桥壳放置在位置1处，利用弹簧缓冲支撑板接收桥壳；桥壳轴头落至2处，利用V形块实现前后对中；夹具1处根据桥壳内止口实现自定心；夹具2处进行气动夹紧。桥壳定位夹紧后，利用3处公转翻转机构转至二工位，桥壳在焊接机械手和自转翻转机构的配合下，对附件进行自动变位焊接。二工位焊接的同时，一工位进行上下料，减少了上下料的时间，提高了生产效率。

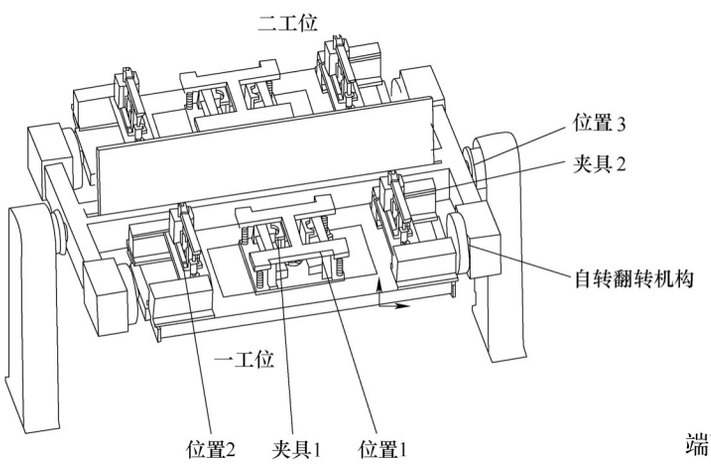


图2　新设计的夹具方案结构

翻转自定心夹具结构设计

1.缓冲支撑结构

缓冲支撑结构如图3所示。翻转支撑板上安装4根导杆，导杆上套有受压弹簧，导杆上端固定缓冲支撑板，搬运机器人夹持桥壳首先放置在缓冲支撑板上，桥壳在自重的作用下，桥壳轴头缓落至两端的V形块处，降低了对精加工轴头的磕碰。

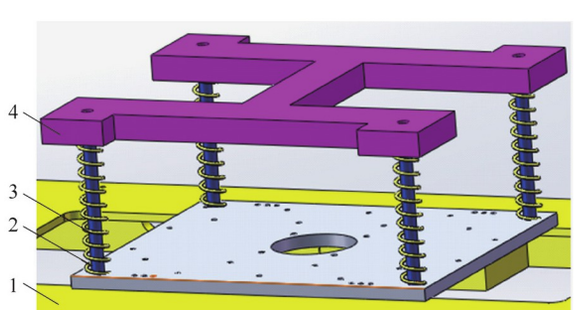


图3　缓冲支撑结构

1—翻转支撑板　2—导杆　3—弹簧　4—缓冲支撑板

2.*Y*、*Z*轴定位结构

为保证桥壳附件焊接的正确位置，应保证桥壳在焊接翻转夹具上的精确定位。夹具两端定位V形块根据工控中心传递信息，适时调整轴向间距，适应不同型号桥壳。在缓冲装置的接送下，桥壳轴头落至两端V形块处，限制了桥壳*Y*、*Z*轴的四个自由度。*Y*、*Z*轴定位部分坐标系结构如图4所示。

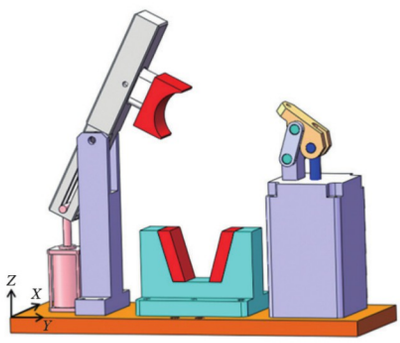


图4　夹具*Y*、*Z*轴定位结构

3.自定心结构

夹具自定心部分结构如图5所示。桥壳轴头落至两端V形块处，中控中心发出指令给前端PLC控制系统，在PLC控制系统发出信号后，电动机开始工作，撑涨夹具在运行过程中电动机的主轴与撑涨铰链相连，进而带动同步铰链旋转，同步铰链与滑块连接，此时滑块在同步铰链的带动下，沿着直线导轨左右移动，实现撑涨卡爪对桥壳减速内止口撑涨，限制桥壳*X*轴方向自由度。

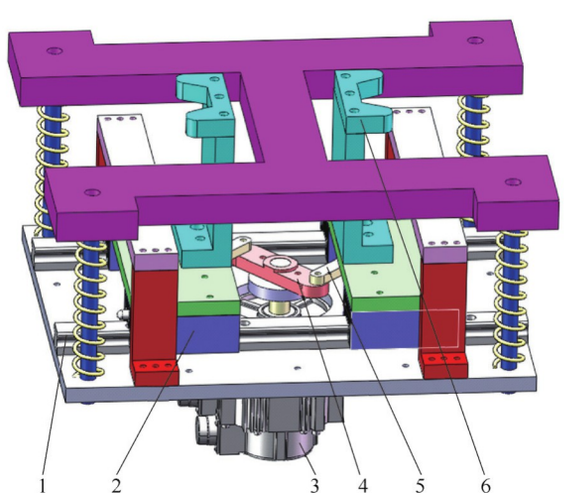


图5　自定心部分结构

1—直线导轨　2—滑块　3—电动机　4—撑涨铰链
5—同步铰链　6—撑涨卡爪

4.夹紧结构

桥壳在两端V形块和中间自定心装置精确定位后，进行夹紧，夹紧结构部分如图6所示。放置桥壳之前，杠杆气缸回缩并拉动压板和上压块向外张开，桥壳*Y*、*Z*轴V形块定位后，气缸伸出，上压块接触桥壳轴头后，气缸停止动作，此为副夹紧。气缸停止动作后，杠杆气缸开始伸出，带动杠杆压块压紧压板，此为主压紧。通过主副压紧，实现了对桥壳的夹紧固定，并限制了*X*轴的转动。

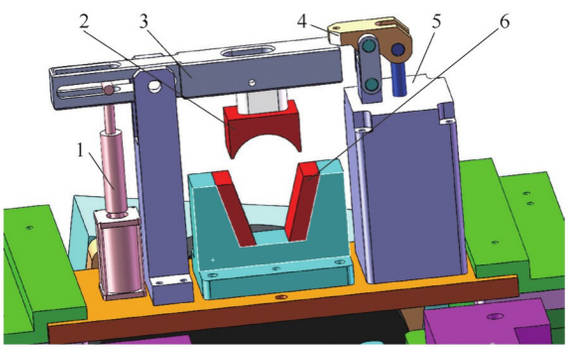


图6　夹紧部分结构

1—气缸　2—上压块　3—压块　4—杠杆压块　5—杠杆气缸　6—V形垫块

5.翻转结构

在桥壳附件焊接过程中，为实现一工位上下料、二工位焊接的同步过程，对夹具设置了公转电动机。搬运机器人把桥壳放置一工位定位夹紧后，支架通过两端轴和联轴器与公转电动机连接，桥壳在公转电动机带动从一工位转至二工位。桥壳在二工位通过支撑板两端轴和联轴器与自转电动机连接，自转电动机带动桥壳自转配合焊接机器人，实现桥壳附件的多方位焊接。翻转部分结构如图7所示。

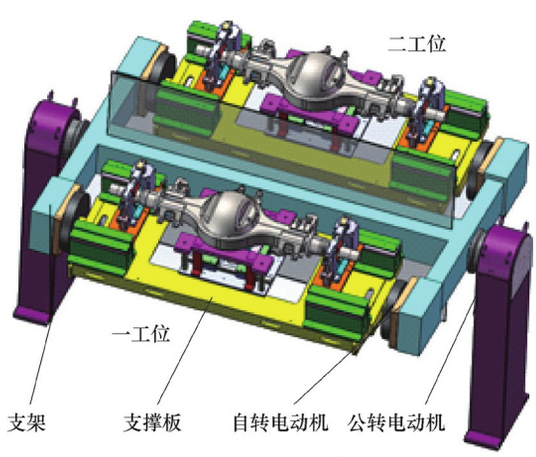


图7　翻转部分结构

由于夹具公转、自转时转速一般，转矩较大，联轴器选择时要考虑到大距离的轴线偏移，所以该处选择承受能力高、具备较大轴线偏移补偿的刚性可移动联轴器。

6.电动机选择

（1）公转电动机选择　根据企业工作使用条件和生产节拍，电动机转数*N*初设为1500r/min。

负载力：电动机承载桥壳、支架和支撑板的重量，负载力

$$F=mg=(2\times165+121)\times10=4510\ (\mathrm{N}) \quad (1)$$

转矩：由于工作过程中不需要调速，起动性能要求不高，但须有高起动转矩，所需转矩

$$T=FRK=4510\times90\times3=1.2\times10^6\ (\mathrm{N\cdot m}) \quad (2)$$

式中　*R*——旋转轴直径，单位为mm；

K——安全系数，*K*=3。

输出功率：

$$P=NT/9550=1.2\times10^6\times1500/9550=191\ (\mathrm{kW}) \quad (3)$$

电动机选择根据需求分析和所需转速及功率，公转电动机选为三相异步电动机，型号为Y315L2-4。

（2）自转电动机选择　根据生产节拍，电动机转数*N*初设为1000r/min。

负载力（电动机承载桥壳及支撑板的重量）：

$$F=mg=(165+66)\times10=2310\ (\mathrm{N}) \quad (4)$$

转矩：$T=FRK=2310\times65\times3=4.5\times10^5\ (\mathrm{N\cdot m})$ (5)

输出功率：$P=NT/9550=4.5\times10^5\times1000/9550=47\ (\mathrm{kW})$ (6)

根据转速和功率，自转电动机选用三相异步电动机，型号Y280M-6。

夹具设计要点

1.上下料联动、柔性机制

焊接空位发出指令，搬运机器人通过二维码扫描，确认桥壳型号，自动调整夹具抓取工件，运送到焊接空位。焊接空位通过搬运机器人二维码扫描装置通信，焊接夹具及自定心夹具自适应调整位置，适应不同桥壳型号。

二工位桥壳焊接完毕，通过公转电动机翻转至一工位。搬运机器人收到焊接工位完毕的信号，将工件抓取到下料传送带。焊接空位再次发出信号，实现联动即柔性机制。

自定心翻转夹具采用PLC控制，具有可靠性高、改变程序灵活等优点，无论是进行时间控制还是行程控制或混合控制，都可通过设定PLC程序来实现。可以根据动作顺序修改程序，提升了产品质量及一致性，降低了生产节拍。

2.缓冲装置

上料过程中，防止对桥壳精加工部位造成破坏，采用弹簧支撑板结构。

3.防撞及自定心装置

搬运机器人夹持工件到焊接空位时，自定心夹具结构根据总控台指令调整撑涨卡爪位置，为防止与桥壳产生碰撞，在两侧撑涨卡爪上均设检测开关，防止桥壳偏置产生磕碰。自定心夹具结构动力部分采用气压传动，动作迅速，反应灵敏，能实现过载保护，便于自动控制。

4.自动变位焊接

焊接夹具采用双工位，两工位之间用隔光板隔开，可以实现两工位同时工作，提高了生产效率。焊接工位支撑板和桥壳一起自转，配合悬挂焊接机器人实现自动变位焊接，实现工序集约化。夹具三维整体效果如图8所示。

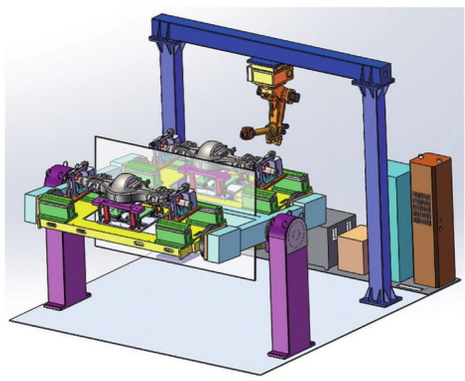


图8　夹具三维整体效果

结语

针对国内某企业桥壳焊接过程中多次装夹、定位精度差及夹紧力不稳定等问题，对夹具结构进行优化设计，通过工控中心发送命令，实现自动上下料、自动夹紧、自动翻转及自动焊接，双工位夹具设计，提高了生产效率，确保了产品质量的一致性，并适应于自动化柔性化的桥壳生产线。该夹具的设计思路，也为其他产品的加工提供了借鉴，具有一定的实际指导意义。

参考文献：

[1] 高翔，徐安健，程阔，等.商用车驱动桥桥壳强度及疲劳寿命分析[J]. 机械工程与自动化，2010（6）：50-52.

[2] 刘德林.桥壳本体焊接前检测方法及检具设计[J]. 汽车工艺师，2022（5）：35-38.

（上接第23页）



图12　导管压反曲线

结语

通过本次防错功能的增加，起到了根源预防、过程监控的双保险，保证了产品的质量，提高了合格率，避免了压装过程中产生的废品，同时减少了工时、降低了风险和控制了成本。防错技术的运用有效地避免许多人为失误和设备自身设计存在的缺陷。防错技术在自动化工厂中已经是不可缺少的应用工具，在今后要加大力度推广。

参考文献：

[1] 熊强强，孙庆，柳佳琛，等.导管压装过程及压装力影响因素探析[J].汽车科技，2019（1）：96-99.

[2] 黄谦.防错技术在发动机制程中的应用[J].装备制造技术，2014（1）：189-191.