

# 汽车底盘件机器人柔性焊接生产线

廖辉江

(衡阳风顺车桥有限公司,湖南 衡阳 421002)

**摘要:**针对三菱越野车 V73 前车架的结构特点和特殊性能要求,从 V73 前车架焊接工艺和焊接变形控制方法,机器人柔性焊接生产线结构组成、控制系统、机器人夹具设计要点等方面详细介绍了汽车底盘件焊接机器人柔性焊接生产线的设计。

**关键词:**焊接工艺分析;焊接变形;机器人控制系统和夹具设计要点

**中图分类号:**TG47      **文献标识码:**A      **文章编号:**1001-2303(2007)02-0056-03

**Desing of robot flexble welding production line for vehicle rear axles**

LIAO Hui-jiang

(Hengyang Fengshun Automobile Axle Co.,Ltd., Hengyang 421002, China)

**Abstract:** According to the structure feature and special technical requirement of front frame for MITSUBISHI Off-Road Vehicle V73, this paper discussed automatic flexible welding production line for welding parts of auto chassis in detail at these aspects such as welding technique and the method of controlling welding deformation, and the structure of robot flexible welding line, control system and jigs design focus etc.

**Key words:** welding process analysis; welding deformation; robot control system and jigs design focus

汽车底盘件是汽车的重要结构安全件,其焊接量大,工件易变形,焊接质量对汽车的安全性起决定作用。机器人焊接柔性生产线是今后汽车底盘焊接的主要发展方向,具有较大的柔性。机器人焊接自动化程度高,在同个工作站中通过改变机器人示教程序和相应的工装夹具,可完成不同型号产品的焊接工作。通过对机器人周边装置和控制系统的柔性设计,最大程度地发挥机器人特点,使一套机器人系统能够根据需要焊接多种零件,适应产品多样化和改进的要求,从而满足汽车行业日益加剧的多种、小批量的生产要求,为企业参与激烈的市场竞争奠定扎实的基础。

## 1 焊接工艺分析

三菱越野车 V73 前、后车架属分断式车架(在此仅以前车架为例进行分析),前车架为“井”字型组焊结构件(见图 1、图 2),其冲压件材料为日本进口高强度板(SPAH590),材料厚度 2~3 mm,材料回弹大,冲压件形状复杂,成形难度大,组焊件各零部件配合间隙要求小于 1 mm。由于产品结构复杂,各装

配件孔位大部分尺寸精度要求控制在 $\pm 0.8$  mm 内,各组焊件焊缝多且长,焊接变形难控制,焊接工艺复杂。根据前车架总成焊接工艺特点,将其分解为 1 号横梁总成、2 号横梁总成、左/右纵梁总成三大部件。各部件总成焊接后再实施前车架总成焊接,由于前车架总成在未安装 2 号横梁之前成“ $\pi$ ”形结构,工件焊接极易变形,为增加前车架总成刚性,保证产品尺寸精度,前车架在左/右纵梁总成与 1 号横梁总成焊接前采取了焊前各总成部件点定并安装 2 号横梁总成。同时前车架总成焊接分为两工序:工序 1 完成 1 号横梁总成、左/右纵梁总成和左/右下臂安装支架(并安装 2 号横梁总成)拼焊;工序 2 完成左/右发动机安装支架与前车架总成焊接。根据焊接件焊接变形的特点,工艺上采用了工件预留变形焊接量、反变形以及通过机器人编程控制焊接顺序,使组焊件受热均匀以减小焊接后工件变形等技术手段。

## 2 机器人焊接生产线设计

在设计机器人焊接生产线的设备时主要考虑以下几个方面:(1)满足生产纲领;(2)生产线具有良好的柔性;(3)焊接质量满足产品要求。

根据前车架焊缝的分布特点,对总成焊接采用双机器人同时对称施焊,可有效控制焊接时产生的

收稿日期:2006-12-21

作者简介:廖辉江(1968—),男,湖南衡阳人,工程师,学士,主要从事越野车及悬架系列产品设计开发和技术管理工作。

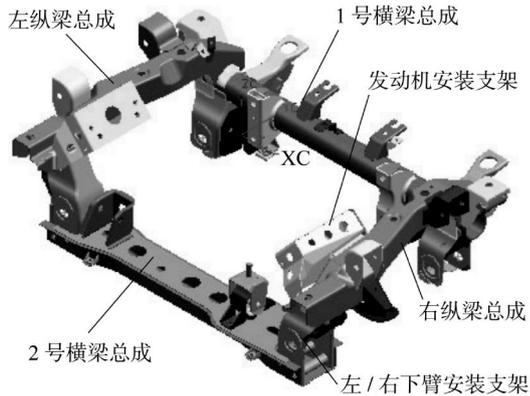


图 1 V73 前车架三维

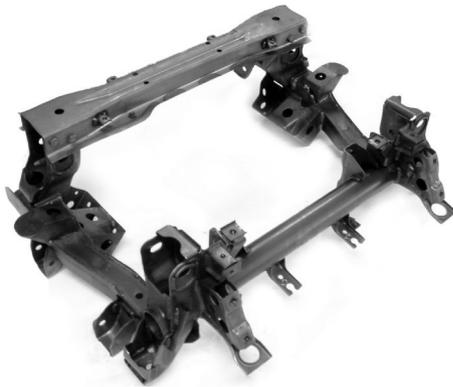


图 2 V73 前车架实物

扭曲变形。对于前车架各部件总成焊接,按每工序所焊的焊缝数较平均,对整个产品的焊接变形影响小的原则进行分配。通过对前车架总成和各部件总成焊接时焊缝数量、焊缝长度的统计以及对焊缝分布特点的分析,为了满足单班制、251天,年产1万套的生产纲领,该生产线前车架总成由8套焊接机器人工作站组成。每套机器人焊接工作站都配置有焊枪清理器和焊接变位机,变位机可与机器人之间协调运动。前车架总成以及各部件总成机器人焊接工作站的焊缝数量和焊接节拍如表1所示。其中,辅助时间包括装卸件时间和焊枪清理时间,装卸件时间按5s/件计算、焊枪清理时间按5s计算。机器人焊接时间包括焊缝焊接时间和机器人空行程时间,焊接时取机器人的焊接速度为8mm/s,机器人空行程时间按照每条焊缝3s计算。

### 3 机器人焊接工作站设备构成

前车架总成双工位双机器人焊接工作站系统平面布局如图3所示,该工序是前车架焊接关键工序,工位1完成前车架1号横梁总成、左/右纵梁总成、左/右下臂安装支架总成焊接,工位2完成左右

表 1 前车架总成各套机器人焊接工作站的焊缝统计和焊接节拍

机器人工作站系统	焊缝数量	焊缝长度 l/mm	焊接时间 t/s	辅助时间 t/s	焊接节拍 t/s
1号横梁总成 1	15	930	164	53	227
1号横梁总成 2	12	810	140	36	176
1号横梁总成 3	27	1 060	217	36	253
左/右纵梁总成 1	20	2 100	326	40	366
左/右纵梁总成 2	26	1 120	224	86	310
前车架总成 工位 1	16	1 200	201	40	241
前车架总成 工位 2	14	830	149	10	159
2号横梁总成	23	1 475	256	60	316

发动机安装支架焊接。为减小焊接变形,保证产品尺寸精度,该机器人工作站采用双机器人协调同时焊接。本机器人工作站系统在结构上主要由机械系统和控制系统两部分组成。机械系统包括机器人焊接防护房、两套专用夹具、夹具水平回转变位机、机器人本体、机器人外轴变位机、机器周边设备如焊机 etc; 控制系统可分为机器人控制系统、夹具识别及控制系统、人机界面等辅助单元。此外考虑机器人工作站的安全性,在机器人操作两侧焊接防护房外安装安全光栅;在机器人和回转台之间装有弧光挡板,可以遮挡弧焊时产生的弧光,保护操作者在另一侧操作时不受影响。

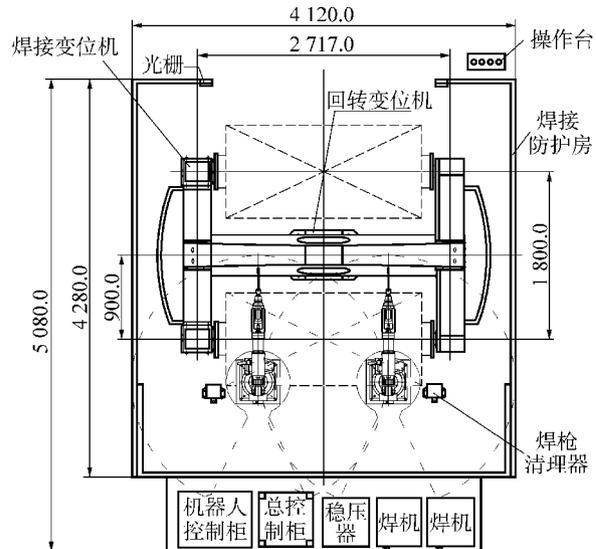


图 3 前车架总成双工位双机器人焊接工作站系统平面布局

### 4 焊接机器人工装夹具设计要点

前车架工件特点是焊缝长度长、数量多。由于焊接时有大量的热输入,如果夹具设计不合理,焊后产生很大的焊接变形,影响产品尺寸精度。因此,如何

控制焊接变形是焊接夹具设计的关键。焊接夹具设计要点如下:

(1)采用标准化、模块化设计,电控气动夹紧的定位方式。

(2)在长焊缝的定位夹紧部位采用整体铜材,并通水冷却,提高夹具的散热效果。

(3)采用具有自锁功能的压紧气缸。

(4)由于前、后车架壳体由高强度板冲压而成,难免有很大的弹性变形,总成夹具必须有足够刚性,保证足够的压紧力,必要时可采用 TOX 气-液转换缸压紧。

## 5 机器人焊接工作站的控制系統

该系统的主控系统采用 PLC 为主控单元,配以远程 I/O 模块,通过机器人的远程 I/O 模块,实现对机器人、夹具、夹具工作平台和周边装置的控制。PLC 采用 SIMATIC S7-300 通过 Profibus DP 总线与夹具上两个 ET200S 远程 I/O 模块互联。采用这种结构既可减少现场接线,又可提高系统的稳定性;同时由于 ET200S 具有热插拔和易于扩展的特点,使系统扩展和维护非常方便。其中一个 ET200S 模块用于夹具信号连接和动作控制,另一个 ET200S 夹具自动识别,通过 Pro-Face9 彩色触摸屏作为人机界面,实时显示系统各部分的状态,提高系统诊断和故障排除速度,同时可以为不同工件专门设计不同的操作和状态显示界面。PLC 程序采用结构化方式编制,各个子程序分别对应于一个功能,对于不同工件,只需调用或修正不同子程序,无需重新编程。不同产品的焊接内容和夹具气缸的动作关系的设计和完成,可以长时间储存,更换产品时可直接调用。

## 6 机器人焊接生产线特点

在机器人焊接生产线的设计过程中,生产线的柔性和安全性是两个重要的原则。

(1)生产线的柔性。主要体现在下列几个方面:

a. 所有焊接设备和工装夹具具有互换性、通用性,通过更换夹具即可快速实现多种产品的生产要求,更换时间不超过 10 min。

b. 工装夹具与安装支座连接标准化,水、电、气采用快换接头。

c. 机器人工作站具有互换性、通用性,整个焊接区有一个公用底板,底板上各方向均设标准 5 t 叉车搬运孔,易搬运。

d. 柔性控制。更换不同夹具时,只需要在触摸屏上选择相应的工件号即可,通过与夹具自动识别系统进行比较,如果相同,则自动调用焊接程序,如选择错误,则有报警提示。

(2)生产线的安全性设计主要体现在下列几个方面。

a. 采用封闭机器人焊接防护房,配有焊接烟尘净化装置。

b. 机器人程序起动用双手按钮。

c. 焊接房安装有自动卷帘门,焊接时关闭,防止焊接弧光对人体的伤害,在门的上下分别设有到位开关以检测门的工作状态,同时在门的开关两个位置分别设有位置锁(防止松动装置及门的误动作)。

d. 在自动卷帘门内距地面 300 mm 高度设有安全光栅,光栅长度 600 mm,在自动工作状态下,如果有人进入焊接房或在夹具操作位置有人,机器人和变位机自动停止运转。

## 7 结论

三菱越野车 V73 前车架通过应用机器人焊接后,大大提高了焊接件的外观和内在质量,并保证了质量的稳定性,改善了劳动环境,降低了劳动强度。目前,该前、后车架产品已按日本三菱公司试验标准要求通过静强度、疲劳强度共 10 项台架试验项目,产品质量完全达到日本三菱公司标准,已批量为长丰猎豹汽车配套。

## 欧盟 EUP 环保指令今年 8 月实施

继 WEEE RoHS 指令之后 欧盟另一项主要针对能耗的技术壁垒指令 用能源产品生态设计框架指令 (EUP 指令)又将实施 欧盟要求各成员国最迟在 2007 年 8 月 11 日前制定对相关产品的具体化要求并转化为本国法规 以确保 EUP 生态化设计指令得以有效运作

该指令首次将生命周期理念引入产品设计环节中 旨在从源头入手 在产品的设计 制造 使用 维护 回收 后期处理这一周期内 对用能源产品提出环保要求 全方位监控产品环境的影响 减少对环境的破坏