

汽车总装车间车身端发动机的支承拧紧自动化工艺研究和应用

陈典汉 廖伟 陈明全

(广汽本田汽车有限公司, 广州 510700)

摘要:汽车总装车间受限于装配要素和装配零件种类过多、规格差异大及人工作业为主体因素,开展全流程自动化工艺改造难度大。针对以上问题,阐述了一种车身端支承全流程自动拧紧工艺,通过可编程逻辑控制器(PLC)控制、生产管理系统(PMS)、视觉识别多种软硬件联动辅助,结合现场实际情况开发一套螺栓拧紧套筒自动切换装置,实现多车型、多规格共线生产模式下支承的自动拧紧工艺,并确保100%达成品质。

关键词:总装车间自动化工艺 视觉引导 套筒自动切换

中图分类号:U466 文献标识码:B DOI: 10.19710/J.cnki.1003-8817.20220359

Research and Application on the Automatic Tightening Process for Engine Support at Body End in the Automobile Assembly Workshop

Chen Dianhan, Liao Wei, Chen Mingquan

(GAC Honda Motor Co., Ltd., Guangzhou 510700)

Abstract: It is difficult to carry out the whole process automation process transformation due to many factors, such as too many assembly elements, too many types of assembly parts, large specification differences and manual operations. To address the above issues, this paper elaborates a whole process automatic tightening process for the body-end support. With Programmable Logic Controller (PLC), PMS (Power production Management System), visual recognition and other software and hardware linkage, and in combination with the actual situation on the site, a set of automatic switching device for bolt tightening sleeves is developed, which realizes automatic tightening of the support under the mode of multiple vehicle models with multiple specifications produced on the same line and ensures that 100% of the quality is achieved.

Key words: Assembly workshop process automation technology, Visual guidance, Sleeve automatic switching

1 前言

汽车总装车间工艺主要是按图纸要求完成汽车零部件组装,特点是零部件种类多,涵盖安装、紧固、扭力、粘贴等80多种动作要素^[1],自动化程度低,是以人工装配为主的流水线作业。

为在竞争不断激烈化的市场抢占先机,主机

厂纷纷致力于新车型研发,多规格共线生产常态化,随着新技术、新工艺、新装备的引进,生产现场在现有硬件条件下,逐渐暴露出设备老旧无法适用、有效工位不足、规格多难识别、员工职业伤害增加的困扰事项。如何既解决现场困扰事项,又确保新车型顺利投产,削减劳务成本,是目前汽车行业总装车间面临的共同课题。本项目以发动

作者简介:陈典汉(1974—),男,工程师,学士学位,研究方向为汽车产品规划、汽车新产品量产前生产工艺准备、研究与应用。

参考文献引用格式:

陈典汉,廖伟,陈明全.汽车总装车间车身端发动机的支承拧紧自动化工艺研究和应用[J].汽车工艺与材料,2023(5):25-30.

CHEN D H, LIAO W, CHEN M Q. Research and Application on the Automatic Tightening Process for Engine Support at Body End in the Automobile Assembly Workshop[J]. Automobile Technology & Material, 2023(5): 25-30.

机支承拧紧工艺为切入点,采用机器人取代人工作业,结合集约布局规划完成生产现场改造,实现改善作业环境及成本削减的双赢局面。

2 发动机支承安装技术现状

2.1 发动机支承作用

车身端发动机支承^[1]分为左支承和右支承,分别连接和固定发动机的左右两侧,是搭载发动机与车身的重要连接部品,安装精度、品质要求高,安装不良会影响整车动平衡,引起发动机异常抖动,发动机左右支承如图1所示。

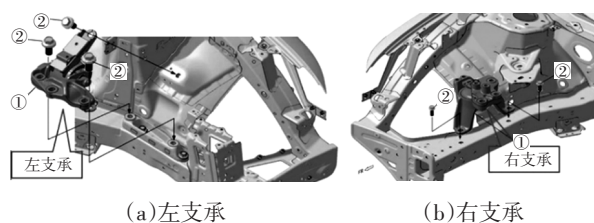


图1 发动机左右支承

2.2 发动机支承拧紧工艺设定

发动机端支承拧紧工艺主要有2种,一是风动扳手紧固+扭力扳手扭力检查,二是高精度电动工具拧紧,如表1所示。

表1 发动机左右支承拧紧方式

左右支承拧紧方式	作业工时/s	特点
风动扳手紧固+扭力检查	65	人员效率低,存在噪音职业伤害
高精度电动工具	46	人员效率高,无噪音职业伤害

以某汽车公司为例,生产节拍为72 JPH,发动机支承安装是重要品质管理项目,工艺设定采用人+人保证,确保品质稳定。以左支承为例,员工1将左支承安装到车身,采用风动扳手将支承螺栓紧固到车身,员工2对左支承安装状态进行检查,并用设定扭矩值的定扭力扳手进行扭力检查,作业完成后在螺帽上点红油标记(图2)。员工作业工时约65 s,单班需由2名员工作业,人员效率较低。

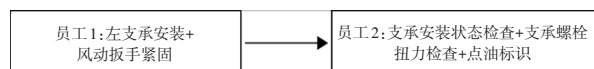


图2 发动机左支承拧紧工艺设定

2.3 发动机支承拧紧工序职业伤害

根据人机工程学(Ergonomics),评价基准分为

姿势、体力、工作环境和心理负荷4个评价项目,并设定不同的评价标准,伤害级别分为A、B、C级,其中A级最高,B级次之,C级最低。

车身端发动机支承紧固时,不同车型的扭矩标准不同,以某车型为例,图纸要求的扭矩是80 N·m,员工1采用风动扳手(脉冲式)进行紧固,岗位噪音为86.3 dB(A),环境噪音职业伤害达到了A级,亟需改善。

3 发动机支承自动化拧紧工艺难点

车身端支承安装存在岗位噪音职业伤害及人员效率低的情况,结合行业自动化水平的提升及某公司自动化项目推进经验,提出改善方案,即在现有硬件条件下进行静止车位改造,采用携带高精度电动工具的视觉机器人,实现全流程自动拧紧替代员工作业,提高人员效率,降低岗位噪音职业伤害。受限于生产硬件,项目主要存在以下主要困扰。

3.1 主线工位不足

某公司总装车间厂房建成至今超过20年,输送线主要为悬挂输送链,近年来,随着投产车型装备不断丰富,主线工位不足,工位负荷逐年增加,已成为制约其面向未来发展的重大难题。

受输送线结构影响,发动机支承自动拧紧时要求车身处于静止状态,为确保装配品质及稼动稳定,需要对同步悬挂链进行改造,传统方案需占用2.5个有效工位,该方式导致总装车间有效工位数进一步减少,岗位密度增加,生产柔性降低。因此,解决主线工位不足成为了主要难点。

3.2 发动机支承规格识别难

总装车间特点是多车型混线生产,不同车型的发动机支承外观造型、颜色、大小、车型标识都存在差异,现场作业人员主要依靠支承上刻字符标识(图3)的差异进行规格区分。

机器人携带视觉系统的高清工业相机如何在快速生产模式下克服光照环境、车身颜色影响因素精准识别支承规格标识成为了另一个技术难题。

3.3 自动拧紧时工具套筒自动认帽难

机器人携带电动工具拧紧支承螺栓时,要求

工具套筒从上往下垂直或者以固定角度套入螺帽,进而完成拧紧作业。

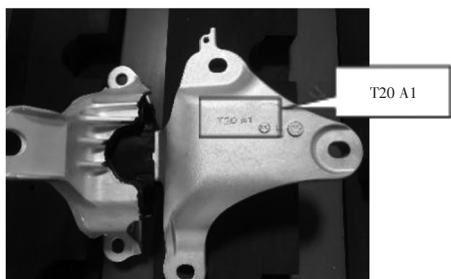


图3 发动机支承规格标识

机器人自动拧紧过程需避开白车身及相关零件干涉,因此套筒长度至少为300 cm,此时套筒处于悬吊状态,移动过程中套筒不可避免发生晃动,导致工具套筒难以精准套入螺帽。套筒越长,晃动就越大,认帽难度就越大(图4)。



图4 工具套筒

3.4 车型间多规格螺栓自动拧紧切换难

总装车间多车型混线生产,不同车型的发动机支承安装图纸要求力矩不同,螺栓尺寸规格也不同(表2),因此机器人拧紧工具需配备不同套筒尺寸规格对应。受拧紧空间干涉影响,一台机器人作业时只能携带一种型号套筒,导致不同车型间不同尺寸规格套筒切换时存在困难。

表2 支承螺栓尺寸规格				
零件	车型	螺栓尺寸规格	螺栓数/个	图纸力矩规定/N·m
左支承	机种1/机种2	M14	3	54~64
	机种3/机种4/机种5	M17	3	70~80
	机种1	M17	2	49~59
右支承	机种2	M17	2	44~54
	机种3/机种4	M17	2	50~60
	机种5	M14	2	44~54

4 发动机支承自动化拧紧工艺实现方法

4.1 全车型支承安装工艺设定标准化

根据零件特性和自动化拧紧工艺要求,对全车型的发动机左右支承安装工艺进行标准化^[1],主要考虑:工程变化量最小、品质向上;零件包装及线边物流周转合理;员工作业姿势改善,劳动负荷最小化;机器人自动化拧紧运行轨迹合理。

基于以上要素,明确左右支承安装工艺:首先由员工1安装左右支承到车身,采用小力矩电池枪预紧螺栓(螺帽与支承螺孔表面贴合),确保悬挂链吊具运行过程中支承零件稳固,接着由机器人携带工具自动拧紧支承螺栓(图5)。



图5 发动机支承安装工艺标准化

4.2 支承拧紧设备集约

总装工艺布局规划中,各公司均有“集约”的思路,从各类相同零件要素在同一工位安装的集约;到同一类零件相关联工序在同一区域或相邻工位作业的工艺集约,如实现前风窗玻璃上料-脱脂剂涂布-加强剂涂布-玻璃胶涂布-前挡安装到车身-安装质检检查工艺全流程集约,再到本项目提出的同一工位多类设备布局集约。

在有效工位数不制约未来发展的情况下,创新性提出了“六分制”的概念,即将整车分为左/右前、左/右中、左/右后,充分提高工位利用率,将不同作业要素集中在同一工位进行作业,实现设备布局的集约化(图6)^[4]。

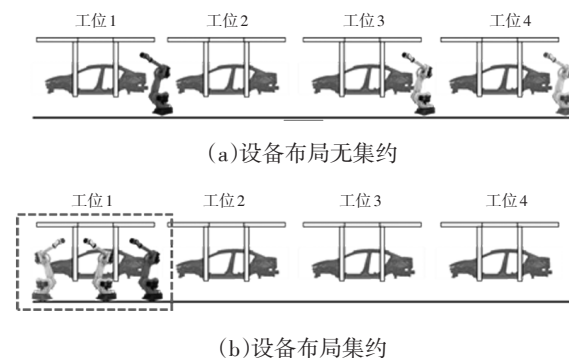


图6 不同设备区域集约

根据上述原则,对总装车间现有自动化设备

进行梳理和分析,最终选定将泡沫加注和支承拧紧进行集约布局规划,充分利用该工位前部剩余空间(图7),即中部为泡沫加注设备,前部为支承拧紧设备,实现集约化布局,有效工位“0”损耗。

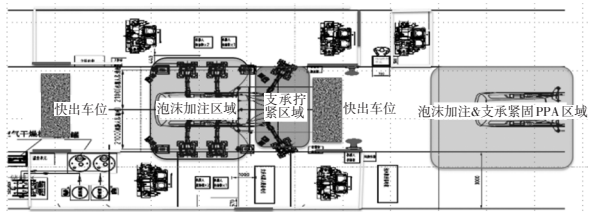


图7 泡沫加注和支承自动拧紧设备集约布局

同时将该区域设定为一个工作区进行全封闭安全防护,并进行机器人之间运行轨迹安全检证,设置保护程序(图8),确保作业安全。

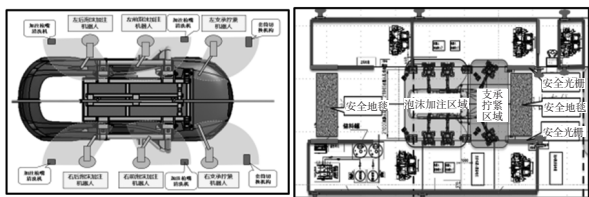


图8 泡沫加注&支承自动拧紧作业区安全防护

4.3 视觉拍照自动识别支承规格

白车身进入自动拧紧工位完成定位,机器人接收指令后携带高清摄像头对支承进行拍照,自动提取支承照片中字符,并与数据库规格信息匹配,实现规格主动防错。不同支承颜色采用不同曝光率,提升识别准确率。

4.4 弹簧套筒认帽缓冲保护

白车身进入自动拧紧工位完成定位,机器人接收指令携带高清摄像头对目标螺栓进行拍照定位,系统自动识别XY平面螺栓中心的位置,以此为基准计算偏移量,并将结果发送至机器人进行视觉引导^[5]定位(图9)。视觉引导定位时,为避免成像时阴影干扰,不同车身颜色设置不同的曝光值^[6]。

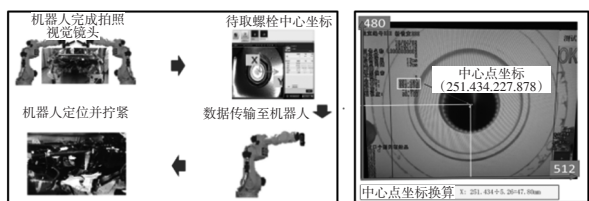


图9 视觉识别引导定位

由于套筒尺寸过长且处于悬吊状态,移动过程中不可避免发生晃动,因此项目设计采用弹簧套筒(图10),认帽过程中起缓冲保护作用,消除晃动影响,提高认帽成功率。



图10 弹簧套筒

4.5 多规格工具套筒自动切换装置

为实现多规格自动化共线生产,开发了一套工具套筒自动切换机构(图11)。机器人将要更换的套筒放入指定套筒固定座,夹持装置将其定位固定,套筒切换装置上升使拧紧工具与套筒松开,套筒分离装置通过气缸下降带动工具与套筒分离。同理,机器人携带拧紧工具移动至需要更换的套筒固定座,套筒分离装置通过气缸的上升带动套筒与拧紧工具结合,套筒切换装置下降使拧紧工具与套筒卡紧,完成套筒自动切换。

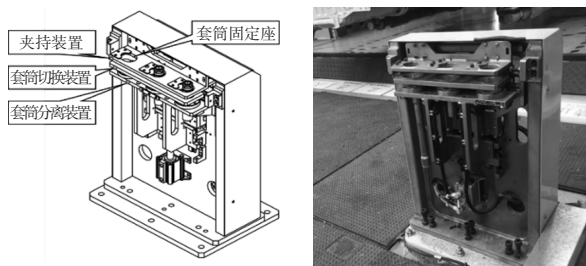


图11 工具套筒自动切换机构

4.6 支承全流程自动拧紧工艺设计

发动机支承全流程自动拧紧工艺^[7]主要分为白车身定位固定、自动拧紧程序调用、拧紧品质监控3个阶段(图12)。

根据全流程自动拧紧工艺设定,结合时序图(图13)分析机器人拧紧节拍,优于72 JPH生产节拍,方案满足量产使用要求。

4.6.1 阶段一:白车身到位自动定位固定

吊具搭载白车身进入安装工位后,吊具上方采用悬挂链的驱动轮锁定,吊具下方前端以吊具定位销为基点,通过气缸的上下升降带动凹杯,实现前端定位。吊具下方后端利用平行设置4个伸缩气缸,分别配合4个抓紧机构固定尾部柱子(图

14),实现吊具自动定位。

4.6.2 阶段二:自动拧紧程序调用

吊具搭载白车身完成自动定位固定后,吊具前部感应器通过 AS400 系统自动获取车身信息,机器人接收指令自动调取已有程序及运行轨迹,同时机器人携带高清摄像头对支承螺栓拍照,自动获取中心位置,输出机器人拧紧坐标,辅助机器人修正轨迹后进入自动拧紧阶段,确保拧紧程序与当前生产车型匹配。

电动工具,从拧紧力矩、拧紧时间、拧紧角度 3 个维度有效保证品质,并实现拧紧数据的实时上传与保存。

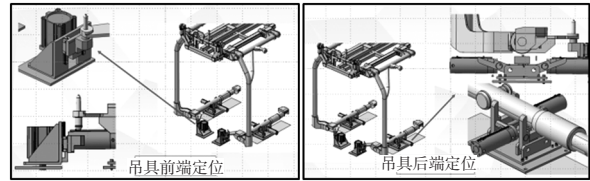


图 14 吊具自动定位固定

为便于管理人员直观掌握支承拧紧状态,现场配备显示屏实时同步显示支承拧紧要求、拧紧数据及结果综合判断(图 15)。如出现异常,设备自动报警停机停线,待专业人士返修确认后方可解除警报,实现“品质闭环可追溯式管理”,有效规避错、漏风险。

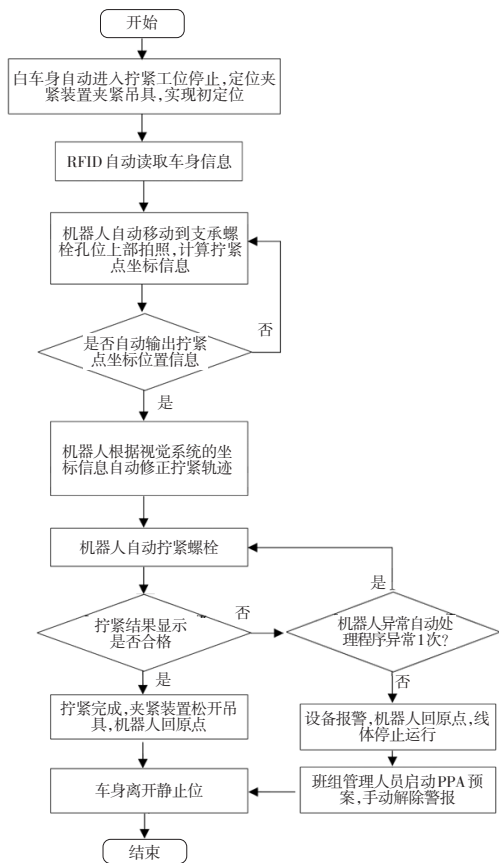


图 12 发动机支承全流程自动拧紧工艺

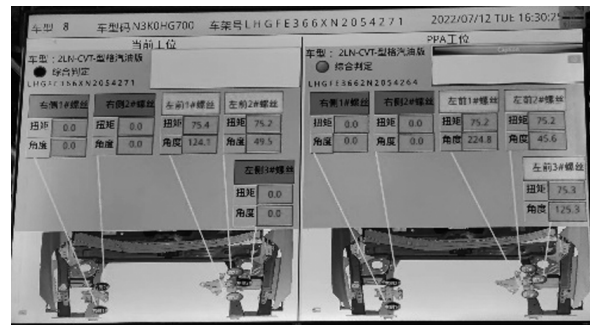


图 15 支承拧紧结果显示屏

5 结束语

车身端发动机支承全流程安装自动化项目的实施,有效削减岗位职业伤害要素,噪音降至 65 dB(A)以下,削减噪音岗位 4 个,对构建绿色总装奠定基础。总装技术上实现自动化设备替代人工作业,实现作业人员削减,每年取得约 60 万元直接经济效益,同时项目申请一项套筒自动切换发明专利,削减车型切换稼动损失,每年间接增加产值约 1.5 亿元。总装品质管理上实现“品质闭环可追溯式管理”,为总装工序保证能力提升、产品车品质稳定开创了新思路。

参考文献:

- [1] 王志斌. CS 公司总装车间生产物流优化研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2010.
[2] 孙尚宽. 发动机支承的设计[J]. 国外汽车, 1992(1): 6-11.
[3] 杨建康. 标准化作业在总装车间生产制造过程中的应

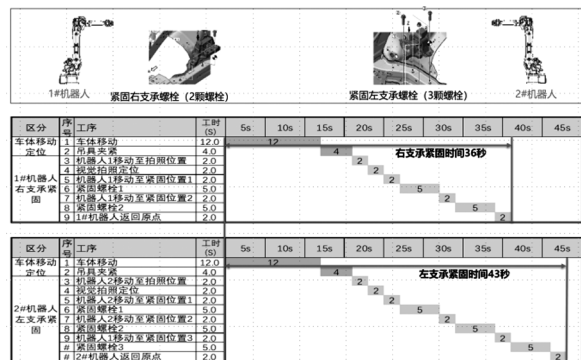


图 13 发动机支承拧紧节拍分析

4.6.3 阶段三:拧紧品质监控

发动机支承拧紧工具使用 ATLAS 高精度拧紧

- 用[J]. 汽车实用技术, 2022, 47(11): 163-166.
- [4] 费劲, 秦子铭. 基于“0-FIS”理念的汽车总装自动化工
艺研究和应用[J]. 汽车工艺与材料, 2022(2): 29-35.
- [5] 丁然, 胡颖雁. 工业机器人视觉引导关键技术的研究
[J]. 河南科技, 2018(20): 14-15.
- [6] 张永萍. 基于光照过强过弱条件下的图像增强研究[D].
苏州: 苏州大学, 2017.
- [7] 邓智良, 何伟东, 王敬谋, 等. 汽车总装拧紧工艺管理研
究[J]. 装备制造技术, 2019(5): 77-80+100.

