

智能机器人清洗机的研发

■ 东风日产乘用车公司（广州 510800） 唐行虎 马海涛

摘要：随着智能化集成技术及自动化成套设备的快速发展，在设备精度及制造难度较高的发动机、变速箱等动力总装生产领域，也不断提升着生产线自动化水平。通过导入工业机器人及其智能化设备，不但可以进一步提高柔性和生产效率，而且对保障作业者人身安全、改善作业环境、减轻劳动强度、节约材料消耗及降低生产成本等都有着十分重要的意义。

我公司结合自身特点创新发挥工业机器人及其智能化设备在自动化方面的优势，使之在发动机及变速箱制造等各工程领域得到灵活应用，不但解决了之前存在的突出问题，而且实施后经济效益和社会效益显著。

工业机器人及其自动化设备的技术改造方案主要有智能机器人清洗机、柔性加工单元（FMS）两方面，下面进行详细介绍。

1. 智能机器人清洗机

传统的清洗机为专机，投资成本高，而且应对市场的变化能力较差，无法对应其他机种，设备维修使用成本偏高。清洗机转台在设备内部，所有的工装夹具都针对单一设计，无法进行换型，而且不便于观察。清洗动作分为多个步骤，动作复杂且相互关联，调整与维修都有很大困难。传统清洗专机占地面积较大，增加生产线平面图布置难度。

利用更新机会更换的新式机器人清洗机可以改变这种情况，

品种换型时只需要更换机械手夹爪即可对应。机器人同时具备机种识别功能，系统可以根据结果自动选择程序和切换夹具。在手自动状态下，各个动作也能单独控制，用于清洗机检修与调节。机器人清洗机具有占地面积小；结构简单，维修简单成本低；机种切换便捷等优点。

新式的机器人清洗机内部构造有去毛刺、清洗和吹气三个工位，图1所示为清洗机中的机器人。清洗流程与要求都可以满足技术式样，而且节拍有大幅度的提高。两种清洗机性能对比如表1所示。

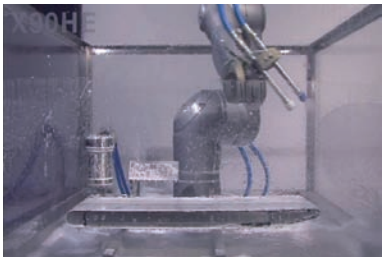


图1 清洗机中的机器人

本设备初步选用史陶比尔生产的TX200型工业机器人，防护等级为IP67，该机器人具有良好的防水性能。同时，在清洗机内部采用机器人去除工件上的残留毛刺，颠覆传统的打磨或高压重新去毛刺方式，取得意想不到的效果。

机器人去毛刺柔性高，能针对不同凸轮轴孔出口形状的毛刺去除，进行动作轨迹调整，同时还能实现毛刷直径磨损的自动补偿以延长毛刷寿命。另外，工作中不会产生噪声、水雾等环境问题。

清洗机中机器人去毛刺工位原理如下：

（1）工件的上下料及定位结构。根据生产线的总体物流输送方式，可以采用自动滚道上下料。在自动滚道上安装顶升定位装置，对工件进行定位，也可采用机器人搬送工件上下料，将工

表1 两种清洗机对比

	节拍/min	占地面积/m ²	主要结构	价格/万元
老式专机	0.9	10×18	多工位+步伐机	510
机器人清洗机	0.73	5×10	6轴机器人	325

件装夹在定位夹具上实现定位。

(2) 机器人的选型。根据工件尺寸大小及毛刷机构的重量选择机器人，一般情况下，小型机器人即可使用要求。

(3) 毛刷结构设计及机器人动作轨迹设计。首先根据缸盖凸轮轴孔出口的形状及尺寸，设计适当尺寸的毛刷机构，再进行毛刷动作轨迹的设计，同时加入毛刷直径磨损补偿功能。

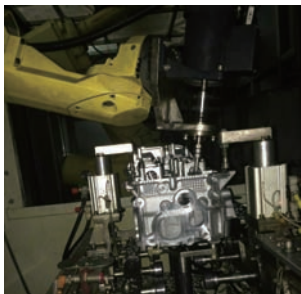
与传统机床去毛刺相比，机器人去毛刺能更有效地去除凸轮轴孔出口的残留毛刺（见图2），使凸轮轴孔精加工的刀具寿命提高4倍（从5 000孔提高到20 000孔），另外通过毛刷直径的合理补偿，本技术的毛刷寿命也提高了一倍以上。与传统清洗机高压定点喷射的方法相比，比技术方法更节能、更环保。

2. 柔性加工单元实现

随着机器人不断向智能化方向发展，生产单元中机器人的



(a) 传统机床去毛刺方式



(b) 机器人去毛刺方式

图2 两种去毛刺方式

群体协调和集成控制不断推陈出新，真正实现了柔性制造系统（FMS）。传统的专机生产线投资高，生产机型单一，且生产中受单台设备影响力大，大多由人手动上下料，换型时手动切换工件，因此对操作者来说劳动强度大，危险性较高。

在生产线为了提升产能，新增设备时，考虑实现柔性制造单元（批量引进6轴机器人）。机器人在整个模块加工单元中要完成上下料的动作，具备机种识别和信息传递功能，并完成夹具的快速自动切换。

机器人技术方案导入就要考虑到以下三点：①夹抓和夹具的快速切换。②程序的自动关联。③机种识别与识别互锁。

AGV把工件输送到上料平台后，先进行机种识别，然后机械手抓取工件，同时对机种信息再次识别，进行防错确认，然后加工中心自动切换加工程序，对工件进行加工。6轴机器人抓取工件加工模块中的每台加工中心，都采用箱式快换夹具的方式。不同机型的产品可通过更换夹具，轻松地达到生产目的。液压夹具更换时需先更换机器人抓取工件的夹爪为抓取液压夹具的夹爪，再

更换液压夹具。效益核算如表2所示。

3. 效果和价值评估

我公司在动力总成（发动机和变速箱）制造领域的工厂自动化（iFA）项目经过2012年规划，目前按计划推进中，已经完工投入使用，效果达到预期，产生了显著的经济效益和社会效益。各工程项目实施前经过充分的方案、技术论证和成本分析，确保投资回收年限，已经实施项目效果良好。主要是降低制造成本带来的效益，包括人工成本、产品不良率的降低等，其中减少操作人员40名。

目前国内制造业人力成本基本以每年10%的比率攀升，导致产品制造成本也在不断升高，企业压力巨大。通过工业机器人导入提升生产线自动化水平，不但改善了之前存在的部分工位作业环境差、劳动强度大等问题，同时也有效递减了作业人员数量，提升了生产线适应多机型的“柔性化”水平、生产效率和制造质量，其间接效益显著。通过该项目实施，各工程涌现出了不少工业机器人应用的亮点项目，值得后续继续推广应用。

表2 效益核算

项目	投资金额/万元	效益
快换夹具、夹爪	50 × 9	提高设备的自动化水平，快速切换
机器人	60 × 9	减少生产线要员9人，减低成本380万元/年。

参考文献：

- [1] 森德勒邓敏，李现民. 工业4.0：即将来袭的第四次工业革命 [M]. 机械工业出版社，2014.
- [2] 刘文钟. 一种智能机器人柔性在线清洗机：，CN104646335A [P]. 2015.

MW（收稿日期：20170719）