

汽车发动机生产中的自动清洗设备

□ 中国汽车工业工程有限公司/ 林建宾

本文总结了汽车发动机生产中常用的几种自动清洗机（设备），从结构组成、工艺特点及技术要求等方面进行比较研究，期望为发动机制造企业选购自动清洗设备提供参考。

在汽车发动机生产过程中，清洁度是评定汽车发动机质量的重要指标之一，它不仅影响发动机的耐久性与可靠性，最终影响汽车的使用寿命。为保障清洁，汽车零部件在精加工前的工序之间、装配前及入库前必须经过严格的清洗干燥工序。随着对清洗工艺、清洗方法、清洗介质、清洗对象的研究日益成熟，加之自动化装备技术的支持，使得清洗机产品开发进程不断加快。基于不同工作原理的通用清洗机、专用清洗机、高压清洗机、机器人清洗机、超声波清洗机等相继出现，技术水平不断提高，为汽车制造业中的零部件清洗环节提供了可靠保障。

本文重点介绍汽车发动机生产中常见的几种自动清洗设备，并对其结构组成、工艺特点及技术要求等进行比较研究。

喷淋式清洗机

喷淋清洗工艺过程可划分为

以下几个基本过程：剥离被清洗零件表面上的污垢微粒，流动液体使污垢处于悬浮状态，将污液送往过滤装置。其中污垢微粒的剥离是整个清洗过程的关键过程。喷射（又称喷淋）清洗按照工艺输送方式可分为六大类：万能式喷淋清洗、旋转式喷射清洗、螺旋输送式喷射清洗、网带式连续输送喷射清洗、网带式步进输送喷射清洗和悬挂链式喷射清洗等。

喷淋清洗机一般由出入段、工作室、室与室之间的隔断三部分

组成。为避免清洗液飞溅到设备外面，清洗机一般设置有人口段和出口段。为了避免各室之间溶液的互窜，室与室之间均设置有隔断。清洗机的两端设置有排风装置，以抽掉蒸汽，如果设备较长，可以在设备的中部增设排风点。设备通常配有自动输送装置、加热装置、清洗装置、干燥装置、过滤装置和排渣装置等。

图1是一台三工位自动步进输送喷淋清洗机。设备工作时，零件被人工放置在上料端的固定托架

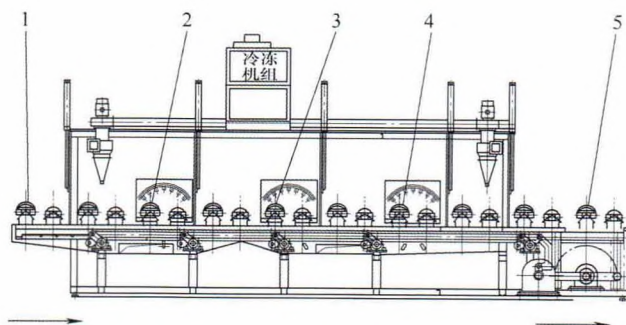


图1 通过式喷淋清洗机

1.上料工位 2.清洗工位 3.漂洗工位 4.吹干工位 5.下料工位

上，通过安装在设备底部的自动输送机构，零件进入设备内腔依次完成喷淋清洗+喷嘴定点清洗、喷淋漂洗、热风吹干等工序，干燥完毕后人工将零件从下料端取出。

抬起步进式清洗机

抬起步进式清洗机是应用比较广泛、技术比较成熟的清洗方式。该类型清洗机为全自动通过式多工位清洗机，被清洗零件在清洗过程中不需要人工辅助，在各工位上依次向前推进直至清洗结束（清洗过程中每个工位上均可有零件），多用于对机加工中或加工完成后的缸体、缸盖进行清洗。

该型清洗机主要由机体、液箱、输送系统、清洗系统、过滤系统、吹干系统、除雾冷凝装置、油水分离系统、气动系统、润滑系统和电控系统等组成。

典型的抬起步进式清洗机如图2所示，其主要工艺流程为：

(1) 上料。采用机动辊道上下料，零件在滚道上靠减速机带动向前输送。滚道上设有挡、隔料装置及校准装置，将零件一个一个分隔开并扶正。

(2) 空（上料）工位。机动辊道上的零件通过抬起步进输送机构旋转90°后送到本工位，输送过程中零件与输送机构之间无相对运动，运行平稳，定位准确。输送机构的抬起采用曲柄杠杆机构，前进和后退采用机械摆杆设计结构。

(3) 高压射流清洗。零件进入本工位后轴向翻转180°，喷嘴盒落下对其进行喷淋清洗。清洗完毕后，活动水箱对接并注水，零件在水箱内往复翻转，有喷嘴在水下

对其进行高压射流清洗。

(4) 定点清洗。零件进入本工位后，喷嘴盒落下对其顶面进行定点清洗和插入式清洗，同时两侧的固定喷嘴对零件侧面、前后面各孔定点清洗。

(5) 翻转倒水+吹干。零件进入本工位后翻转180°，实现反复翻转倒水和采用压缩空气脉冲定点定位吹散各表面和各孔的积水

(6) 定点吹干。零件进入本工位后，活动喷嘴盒落下，对零件顶面和侧面各孔定点吹气，同时两侧固定气室零件对前后面各孔定点吹气。

(7) 下料。零件被抬起输送机构送到机动辊道上，并自动送到下一道工序。

该型清洗机采用模块化设计，各功能单元的设计满足装配性能，可以实现扩展性、互换性要求。根据清洗工艺需求，还可以增加真空干燥、冷风降温 and 去毛刺等工位，以达到最佳清洗和干燥效果。

回转式清洗机

多工位回转式清洗机是一种

新型的清洗方式。与传统的通过式清洗机“一”字形布置不同，回转式清洗机通常是四方形框架结构，框架内沿着圆周均布有若干个处理室，处理室可沿滑道向处理室的密封盖移动，与其闭合形成封闭的处理室。处理室上部配有回转工作台，工作台上安装有零件夹紧机构和处理室罩盖。通过夹紧零件并回转，工作台将清洗零件移动到位后罩盖封闭，零件在不同的封闭处理室内同步运行各自的工序。

回转式清洗机主要由机体、液槽、输送系统、上料装置、处理室体、回转工作台及旋转驱动机构、清洗系统、干燥系统、过滤系统、除雾装置、油水分离装置、气动系统和电控系统等组成。

典型的回转式清洗机如图3所示，其主要工艺流程为：

(1) 上料。采用机动辊道上下料，滚道上设有挡、隔料装置及零件校准装置。

(2) 空工位。该工位配置有上下料抬举装置，用于同一工位上下料。下料抬举装置将清洗完毕的零件送至下料滚道上。上料抬举装

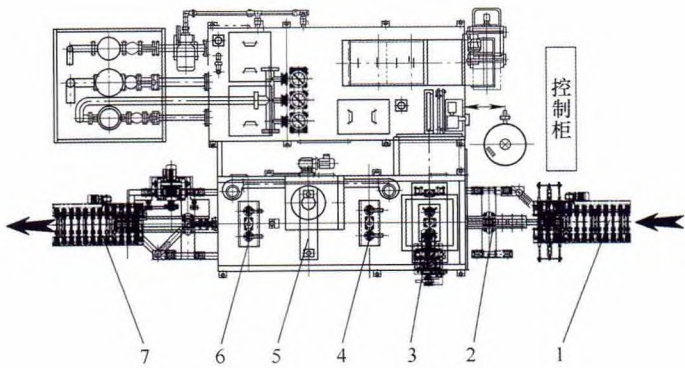


图2 抬起步进式清洗机

1.上料工位 2.空工位 3.射流清洗工位 4.定点清洗工位 5.翻转倒水
6.定点吹干工位 7.下料工位

置拾取上料滚道上定好位的零件，将其送至设备内的夹具上。上下料抬举装置固定在一个输送托架上。

(3) 清洗工位。包含喷淋清洗和紊流清洗。本工位的夹紧机构配置有一个驱动电动机，用来夹持并旋转零件。首先采用高压喷淋冲洗零件表面的污垢，然后零件浸入水槽中进行高压紊流清洗，最后再进行喷淋清洗并排出污水。

(4) 漂洗工位。处理室的固定喷嘴对零件进行整体喷淋清洗，同时长喷嘴伸入零件特定部位进行定点定位清洗。

(5) 吹干工位。零件到位后，配有驱动电动机的夹紧机构夹持零件并翻转，倒出空腔内的水分，同时处理室的固定喷嘴对零件进行整体吹干。

(6) 真空干燥工位。吹干工作完毕，零件被送到空工位，下料抬举装置将零件送到下料滚道上。零件被机动辊道输送到本工位，完成真空干燥。

(7) 降温通道。零件被送入封闭的降温通道，采用自然风或冷风对零件降温。

机器人清洗机

柔性机器人清洗机是近些年汽车发动机清洗行业发展比较迅速、应用更加广泛的新型清洗机，其最大特点是柔性化和兼容多样化。

机器人清洗机由输送系统、机器人搬运系统、水路系统、气路控制系统和电气控制系统等组成，在此基础上配置各个工位，包括去毛刺工位、清洗工位、吹干工位和真空干燥工位等。通常配置1台或多台6轴机器人，其清洗工艺和工作

流程可根据零件情况和清洗质量要求不同通过机器人进行调整。

典型的机器人清洗机如图4所示，其主要工艺流程为：

(1) 上料工位。从上一工序输送过来的零件，通过挡、隔料装置和检测装置，确认其种类和位置，然后按需要一个一个进入后续工位。

(2) 去毛刺工位。零件进入本工位被定位扶正后，底部举升装置举升，上部压紧装置落下将零件压紧，然后采用毛刷或其他材料对零件特定部位进行去毛刺处理。

(3) 浪涌清洗工位。机器人

搬运并夹持零件在水槽进行整体喷淋冲洗和±180°回转浪涌清洗。

(4) 定点清洗工位。机器人夹持零件到达指定位置后，长喷嘴伸入零件特定部位进行定点清洗。

(5) 翻转吹干工位。机器人在搬运过程中对零件进行翻转空水，零件搬运到吹干区域后，机器人夹持零件旋转经特制风刀对零件进行整体吹干。吹干结束后零件被机器人送入辊道。

(6) 定点吹干工位。零件被辊道送入本工位并定位扶正后，吹干室门关闭，上部喷嘴盒落下，底部设置的喷嘴盒开启，对零件的六

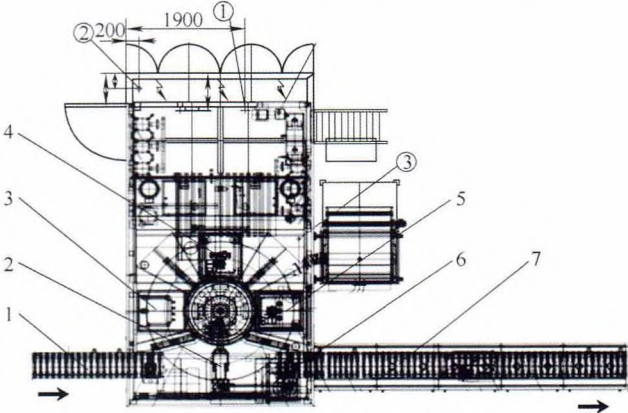


图3 回转式清洗机

1.上料工位 2.空工位 3.清洗工位 4.漂洗工位 5.吹干工位 6.真空干燥工位 7.降温通道

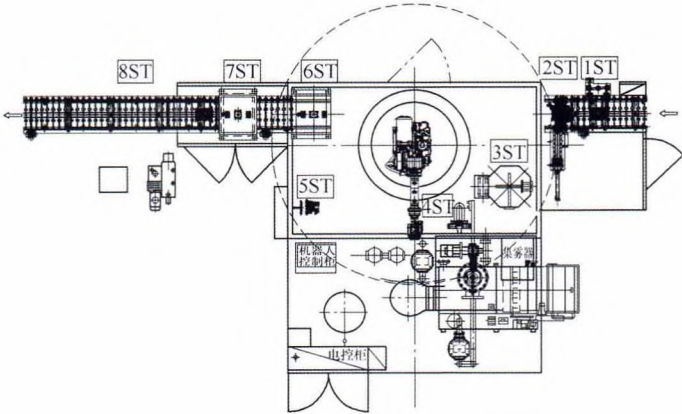


图4 柔性机器人清洗机

1.上料 2.去毛刺 3.浪涌清洗 4.定点清洗 5.翻转倒水 6.定点吹干 7.真空干燥 8.降温通道
(注：1ST表明第1工序)

个面进行定点吹干。吹干结束后，喷嘴盒返回原位、吹干室门打开，零件被送入下一个工位。

(7) 真空干燥工位。零件到位后，真空室关闭，真空泵开始抽真空，对零件进一步实现干燥。

(8) 降温通道。零件被送入冷风降温通道，通道出口设置零件温度检测传感器和环境温度检测装置，确保零件出口温度满足要求。

6 超声波清洗机

超声波清洗的工作原理是发生器产生高频振荡信号，经换能器转换成机械振动传入液体中，形成一种疏密相间、辐射传播的高频波（超声波），从而使液体高速往复振动。在振动的负压区由于周围的液体来不及补充，形成无数的微小真空气泡。而在正压区，这些微小气泡在压力下突然闭合，在闭合过程中由于液体间相互碰撞产生强大的冲击波形成最高可达几千个大气

压的瞬时高压，对清洗件直接反复冲击，促使清洗件表面污物的破坏和脱离，达到清洁的目的。基于上述原理，超声波清洗机的突出特点是：对清洗件表面无损伤、清洗效果好、清洗速度快、去污能力强、对深孔、细缝和零件隐蔽处亦可清洗干净。

传统的超声波清洗设备由于自动化程度不高而难以保证零件清洗的均匀性，近年来逐渐出现了自动化程度高、灵活性强的超声波清洗机。这类清洗设备将超声波清洗和化学清洗、漂洗、脱水、烘干等工艺结合，在传动、烘干、清洗方面采用PLC控制，不但实现了超声波清洗的自动化控制和批量作业、优化了清洗工艺、提高了清洗质量，还具有非常高的清洗效率。

一般来说，超声波清洗机的工艺流程及工位配置由零件的清洁度要求、清洗难易程度与节拍而决

定。主要工艺流程如下：

(1) 热浸洗或喷淋。目的是将零件表面的污物软化、分离、溶解，减轻下道清洗工序的负荷。

(2) 超声波清洗。利用超声波产生的强烈空化作用及振动将零件表面的污物剥离脱落，同时还可将油脂性的污物分解、乳化。

(3) 净水漂洗。利用流动的净水将已脱落但尚浮在零件表面上污物冲洗干净。

(4) 超声波漂洗。溶剂为干净的清水，零件浸入后，利用超声波将浮在零件各边、角及孔隙处的污物清洗干净。

(5) 吹水、干燥。利用压缩空气吹落零件表面的水珠；利用带有一定温度和速度的热风，使零件表面快速干燥。

(6) 降温。利用自然风或冷风对零件进行降温。

图5为某品牌的发动机缸体超声波清洗机，其结构组成有喷淋清洗系统、超声波清洗系统、循环过滤系统、喷淋漂洗系统、变频调速系统、吹干系统、烘干系统以及喷油防锈系统等。

该设备的特点如下：全自动、通过式在线清洗设备；采用水溶性清洗剂，电加热清洗，清洗液温度可控；采用PLC程序控制，清洗、漂洗、干燥全过程自动化完成；设备底盘、机架、内槽、门板等采用不锈钢材料或做防腐处理，坚固耐用，机体侧面设有观察窗，方便操作者日常维护保养；进出零件采用摩擦式动力滚道，滚道上设置自动挡料器及零件识别功能，避免零件堆积和碰撞；整体结构全封闭设计，外形美观、整洁。

(下转第48页)

比较分析

类型	优缺点	适用领域
喷淋式清洗机	优点：结构简单、通用性好、效率高、使用成本低 缺点：清洗效果不理想	适用于形状不复杂、清洁质量要求不高的批量零件简单清洗
抬起步进式清洗机	优点：节拍短、有一定的可扩展性和互换性、价格较低 缺点：清洗零件单一、设备换型麻烦、清洗过程中易出现掉件，占地面积大	适用于单一品种大批量零件的清洗，如缸体、缸盖等
回转式清洗机	优点：节拍短、运行稳定、占地面积小 缺点：价格较高、柔性较差、不适合大型零件	适用于批量中小型零件的清洗
机器人清洗机	优点：柔性好、适应新产品能力强、占地面积小、清洗效果好 缺点：节拍较长、采购和使用成本高，对维护人员能力要求高	适用于产品更新换代较快，清洁质量要求较高的零件，以及多品种混线生产的零件
超声波清洗机	优点：对零件无损伤，清洗速度快、清洗效果好、去污能力强 缺点：超声波的杂音和穿透力对人体有伤害	适用于几何形状复杂、清洗质量要求较高的中小型零件，如增压器、减震器、壳体、活塞环、液压零件、压缩机零件等

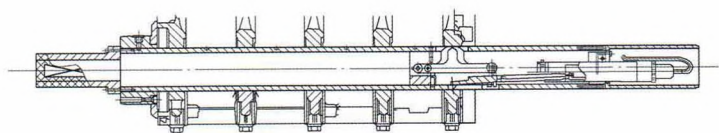


图2 曲轴表面粗糙度专用检具构造

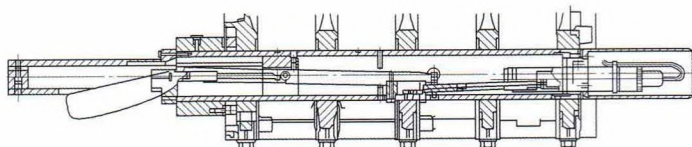


图3 表面粗糙度测针机构

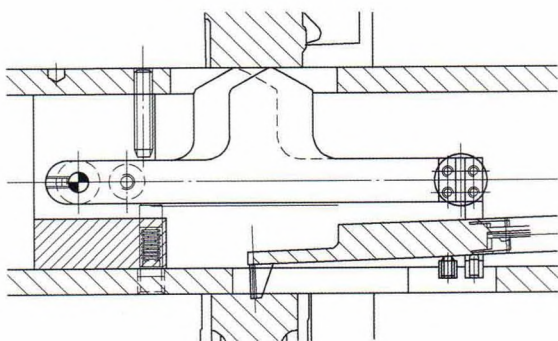


图4 新曲轴孔粗糙度专用检具构造

将测头移动到指定位置，然后松开手柄处限位开关，测完后握住手柄处限位开关，移动到下一位置继续测量。

改进效果

目前此设计已在SGE M3/SGE M4/NGC P1项目中实施，检具均已通过验收，符合MSS规范要求，改进设计后SGE M3项目未再发生断针现象，下一步考虑让国内供应商也采用类似设计。

结语

改造后的曲轴孔表面粗糙度专用检具可靠性好，操作方便。我们通过增加限位机构，避免移动检具时撞针，提高了测针使用寿命，从而降低检具使用成本，值得在项目推广。**AUTO1950**

(上接第43页)

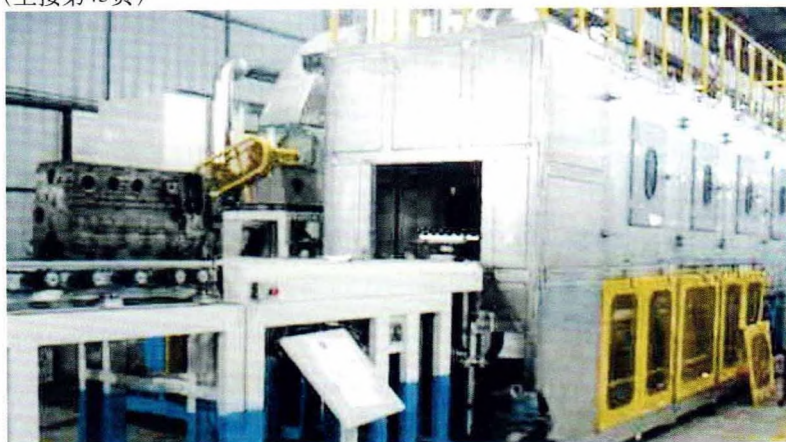


图5 发动机缸体超声波清洗机

结语

清洗机是发动机生产线上不可或缺的设备。近些年来，我国汽车制造业发展迅猛，为满足各类汽车发动机零部件对清洁度的严格要求，无论老牌发动机制造企业或

新兴企业都无一例外的不仅追求产品产能的提高，而且更加注重发动机品质的提升。高效的全自动清洗机（设备）不断地被应用在新建工厂和老生产车间技术改造中。

通过对几种自动清洗设备进行

比较，可以发现每一种设备都有自己的独特优势和适用领域。一台质量可靠、性能稳定的优质清洗机，配合高效率的清洗剂和合理的清洗方法，是保证取得良好清洗效果的关键。**AUTO1950**



林建宾

男，工程师，研究方向为机械设计制造、工程设计等。