

## 第二章 水基清洗技术

### - 工业零件清洗技术连载之二

20??年?月，我们在本刊发表了连载文章的第一部分，介绍了工业零件清洗技术的基本情况。本文将详细介绍水基清洗技术的基本原理和应用。

水基清洗属于湿法清洗，这种工艺在工业零件清洗中起着非常重要的作用。当然，污染物的不同类型会影响零件的清洗效果。水是一种极性介质，由于相似互溶的原理，水基清洗剂能很好地处理极性的污染物，如水基的冷却液和润滑油（乳化液）、抛光膏、添加剂、盐类、研磨剂和其它固体污染物。但是，像油脂和油污等非极性污染物则较难用水基清洗剂进行清洗，尤其在污染很严重的情形下就更为困难。在这种情况下不仅会严重降低清洗的效果，还会缩短清洗剂的使用寿命。

#### 水基清洗剂的基本原理和功能

当需要去除极性污染物时，我们首先选用的是水基清洗剂，而且往往应用于大批量清洗或精细清洗。

水基清洗剂的清洗效果主要取决于其中的两种成分，表面活性剂和助洗剂。

表面活性剂是一种对零件表面起作用的材料，能够改变污垢和零件材料之间界面的性质，不仅易于去除污垢，而且能使污垢分散到清洗介质中。

助洗剂是一种无机盐类，能增加水的 pH 值，有助于去除固体颗粒，同时能增强表面活性剂的清洗效果。

此外，水基清洗剂还可能包含防腐剂和缓蚀剂之类的添加剂。这些添加剂会改变水的硬度，避免形成金属氧化物，防止对清洗的零件和设备产生腐蚀。

表 1 列出了水基清洗剂的主要成分及其作用。

水	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 含量在 90 % 以上，是水基清洗剂的基本成分</li> <li>● 必须保证良好的水质（含盐量低、无氯，当用于漂洗和冲洗时应使用完全去离子水的水）</li> </ul>
表面活性剂	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 减少表面张力</li> <li>● 增强物质表面的润湿性能</li> <li>● 渗入油垢层和零件表面之间，促使形成微小的粘性油滴，通过滚移的方式去除污垢</li> </ul>
助洗剂	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 含有磷酸盐、硼酸盐和碳酸盐等成分</li> <li>● 具有很强的除垢能力，促使污垢颗粒的分散</li> <li>● 增强表面活性剂的效果</li> <li>● 稳定或减少清洗液 pH 值的变化</li> </ul>
添加剂	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 防止腐蚀</li> <li>● 稳定水质的硬度</li> <li>● 作为抑制剂避免褪色</li> <li>● 避免形成泡沫</li> <li>● 可对材料表面起到活性剂的作用（酸性作用）</li> </ul>

表 1: 水基清洗剂的主要成分及其作用

正确选择水基清洗剂时一般需要考虑表 2 所列示的因素。

材料	钢、铁、铝还是有色金属，以及这些材料对防腐的要求
污染类型	如乳化液、油污、油脂、抛光膏、研磨剂、碎屑、氧化物等
设备和过程	漂洗、喷淋清洗设备，零件在清洗液中的驻留时间
清洗效果的要求	需要的清洁度、表面光洁度、表面涂饰的要求、保存期等

表 2：选择清洗剂时应考虑的因素

在水基零件清洗过程中，会选用 pH 中性、碱性或酸性的清洗剂（表 3）。一般来说，清洗的效果和材料的兼容性都需要通过试验才能确定。正确地选择清洗剂在选用和优化清洗设备和清洗液处理设备时都是至关重要的。

清洗剂	pH 值
中性清洗剂	6-9
低碱清洗剂	8-10
高碱清洗剂	10.5 - 13
低酸清洗剂	4-6
酸性清洗剂	< 1.5

表 3：水基清洗剂 pH 值

## 水基清洗设备的寿命和工艺的可靠性

为了实现稳定和优质的水基清洗工艺，在清洗剂生产商、设备生产商和用户之间必须建立起一种紧密的合作关系。

清洗液的使用寿命是影响清洗效率的重要因素。我们有许多方法可以长时间地保持清洗液处于稳定的状态，这不仅能改善清洗的质量，而且可以提高清洗设备的可用性和环保性。我们还可以通过对清洗槽和清洗液进行调理和处理，以延长清洗液的使用寿命，这可以大大减少零件清洗的生产成本。

清洗设备一般使清洗液分级通过不同的清洗槽和漂洗槽，然后碎屑、颗粒或研磨粉尘等固体杂质会通过过滤器从清洗液中分离。在清洗过程中如果需要过滤整个水槽中的液体，就采用全流量过滤器。如果仅需要过滤部分液体，就采用部分流量过滤器。过滤器的类型有袋式、筒式、带式 and 旋风式等。清洗液中未乳化的油脂和非常细小的颗粒可以通过重力分离器去除，此时采用撇油器、聚结式分离器或板式分离器也能取得良好的效果。如果要从清洗研磨杂质的液体中去除小颗粒（如两微米大小）的固体物质时，就要采用离心式分离器。蒸发和蒸馏则是分离油脂杂质的最佳方法，根据油脂和清洗液不同的沸点实现分离和处理清洗液。当对清洗液有极高的质量要求时，可以在高压条件下，通过膜分离器来分离更加微小的颗粒。

为了保证达到稳定的、高水平的清洗质量，我们需要定期对水基清洗过程进行监测和控制，检查一些重要的工艺参数，如清洗剂的浓度、温度、喷淋压力、超声波功率、漂洗水质和清洗液过滤的时间等。建立填写清洗槽监测卡片和清洗日志的制度能够记录和优化清洗的工艺过程。

## 水基清洗设备的选型

下面我们将介绍水基清洗最常用的设备类型。当然除了这些类型外，还可以使用任何专用的或定制的设备进行水基清洗。

### 1. 单腔式清洗机

在单腔式清洗机中，清洗液从水箱流入工作腔，清洗过程是在工作腔内进行的。清洗液以浸没、喷淋或综合这两种形式作用到零件上。批量较大的零件通常放在零件筐里清洗，而对于精密的零件则需要使用专用的夹具来处理。零件清洗之后或经过第一步清洗后，要把清洗液抽回水箱。

这种紧凑而经济的设备在清洗零件时非常灵活，在工作腔内同时可以施加多种其它的机械处理工艺，例如在喷淋清洗的同时增加射流清洗和超声波清洗。在工作腔内还可以实现热风干燥和真空干燥等干燥过程。此外，这种腔式设备可以使零件边清洗、边运动，这对提高清洗的效果至关重要。一般可以选择对零件进行振动、连续式旋转或间歇式旋转的运动。由于在每级清洗步骤之间都需要把清洗液在水箱和工作腔之间来回抽吸，再加上干燥工序，对于那些加工周期短的生产过程，这种设备的产能会严重降低。为了解决这个问题，我们可以加大现有设备的生产负荷，或者选用后面将要介绍的清洗系统。当然也可以并行配置多台单腔或多腔清洗设备，以增加产能和设备的冗余能力。



图 1: Ecoclean Universal 81W 单腔清洗机

### 2. 多槽式浸洗系统

多槽式浸没系统由顺序排列的多个清洗槽和漂洗槽组成，与前述的单腔清洗机不同，多槽式浸洗系统是把零件移送到清洗液中。这套移送装置由线性驱动器、导轨和运输小车组成，能够把各批次的零件浸入到设定的处理槽中。这样的清洗方式就能够为不同的清洗步骤设置不同的处理时间，把生产周期与处理时间分离开。这种设备与单腔清洗机相比，能形成更高的产能。为了获得更好的清洗效果，运输小车不仅要使零件浸入清洗液中，而且能够使零件旋转。另外，也可以附加射流清洗和超声波清洗等机械处理的工艺，进一步提高清洗的效果。零件的干燥过程采用的是热风或真空干燥工艺。这种设备最适用于精细清洗，此时往往采用四个或四个以上的清洗槽和漂洗槽。清洗槽的个数越多，清洗效果越好。当然，与简单紧凑的单腔清洗机相比，多槽式浸洗系统会占用更多的面积和空间。



图 2: 配备多个清洗槽的 Ecoclean Mega 86W 系统



图 3: Mega 86W 系统的外观图

### 3. 通过式清洗机

通过式清洗机主要应用于大批量生产的预清洗或中间清洗过程。与单腔式清洗机和多腔式浸洗系统不同，通过式清洗机不是把被清洗的零件浸入到清洗液中，而是通过喷嘴将清洗液喷到零件上。

通过式清洗机往往应用于普通的外部喷淋清洗，不用于针对性很强的特殊清洗。一般情况下，被清洗的零件几何形状比较简单，污染不严重，而且对清洁度的要求也不是很高。在通过式清洗机中，零件是不旋转的，被清洗的零件静止放在传送带上，以恒定的速度通过各个清洗步骤。一般的清洗过程包括一个清洗步骤和若干个漂洗步骤，然后进入干燥步骤，采用热风进行干燥。如果通过增加处理步骤来提高清洗质量的话，就要增加整个设备的长度。有时降低传送带的速度也会改善清洗的质量。



图 4：杜尔 Ecoclean 公司生产的 EcoCBelt 带式清洗机

### 4. 换位和传送系统

步进式传送系统能有效地提高产能和缩短生产周期，汽车制造业广泛采用了这种装置进行常规的和定向的清洗，大批量、高效处理汽缸盖、发动机部件、曲轴和传动系统的零件。定向清洗或精细清洗主要用于清洗水套、油路和总成部分。一般情况下，这种设备都是定制的，这样可以适应特定的零件并发出特殊的射流，有针对性地进行喷淋清洗。此外，这里还可以选用高压清洗工艺。最后采用吹风或真空烘干的方法干燥零件。



图 5：杜尔 Ecoclean 公司生产的 Ecoctrans 步进式清洗机

## 5. 机器人单元

机器人单元的特点是工作起来非常灵活，现在已经发展成为一种先进的零件传输手段。安装在机器人臂上的夹持器夹住零件，然后进行所需的清洗过程。采用这种方式可以完成射流清洗、喷淋清洗和定向清洗等过程。还可以使用专用工具、刷子或高压除毛刺装置同时完成去毛刺的工作。最后采用吹风或真空烘干的方法干燥零件。目前汽车制造业已经普遍接受了机器人这种新的设备理念，因为这种设备能以最低的成本适应零件的变化，这里包括零件外形的变化和加工要求的变化。需要指出的是，应用机器人最特殊的优点是可以连续地、轮流清洗不同的零件。



图 6: 配有夹持器的 EcoCFlex 机器人单元

杜尔 Ecoclean 公司能够提供多种水基清洗的设备和系统，我们一方面不断完善已有的技术，同时不断创新开发更先进的设备，此外我们还积累了非常丰富的专业经验。所以我们的用户完全可以信赖我们，因为我们一定能为他们的特殊要求设计出最合理的解决方案。杜尔 Ecoclean 公司建立了高质量的产品标准，选用高等级的材料，确保我们的产品具有最佳的性能和最高的可靠性。

### 下期内容:

工业零件清洗技术连载之三 - 溶剂清洗技术