

激光清洗

传统清洗工业有各种各样的清洗方式,多是利用化学药剂和机械方法进行清洗。在我国环境保护法规要求越来越严格、人们环保和安全意识日益增强的今天,工业生产清洗中可以使用的化学药品种类将变得越来越少。如何寻找更清洁,且不具损伤性的清洗方式是我们不得不考虑的问题。而激光清洗具有无研磨、非接触、无热效应和适用于各种材质的物体等清洗特点,被认为是最可靠、最有效的解决办法。同时,激光清洗可以解决采用传统清洗方式无法解决的问题。

例如,工件表面粘有亚微米级的污染颗粒时,这些颗粒往往粘得很紧,常规的清洗办法不能够将它去除,而用纳米激光辐射工件表面进行清洗则非常有效。还由于激光对工件是无接触清洗,对精密工件或其精细部位清洗十分安全,可以确保其精度。所以激光清洗在清洗行业



中独具优势。

激光为什么能够用来清洗？为什么对被清洗物体不会造成损害呢？首先了解一下激光的本质。简单来说，激光和在我们身边的如影随形般的光线（可见光和不可见光）没有什么不同，只不过激光是利用谐振腔把光聚集在同一个方向上，并且有较单纯的波长，协调性等性能更好，因此理论上所有波长的光都可以用来形成激光，但实际上受限于能够激发的介质不多，因此能够产生稳定且适合工业生产的激光光源相当有限。被广泛使用的大概也就是 Nd:YAG 激光、二氧化碳激光和准分子激光。由于 Nd:YAG 激光可以通过光纤传输更适合工业应用，因此在激光清洗中也多被采用。

■ 优点

与机械摩擦清洗、化学腐蚀清洗、液体固体强力冲击清洗、高频超声清洗等传统清洗方法相比，激光清洗具有明显的优点。

- 1 激光清洗是一种“绿色”的清洗方法，不需使用任何化学药剂和清洗液，清洗下来的废料基本上都是固体粉末，体积小，易于存放，可回收，可以轻易解决化学清洗带来的环境污染问题；
- 2 传统的清洗方法往往是接触式清洗，对清洗物体表面有机械作用力，损伤物体的表面或者清洗的介质附着于被清洗物体的表面，无法去除，产生二次污染，激光清洗的无研磨和非接触性使这些问题迎刃而解；
- 3 激光可以通过光纤传输，与机器手和机器人相配合，方便地实现远距离操作，能清洗传统方法不易达到的部位，这在一些危险的场所使用可以确保人员的安全；

4 激光清洗能够清除各种材料表面的各种类型的污染物,达到常规清洗无法达到的清洁度。

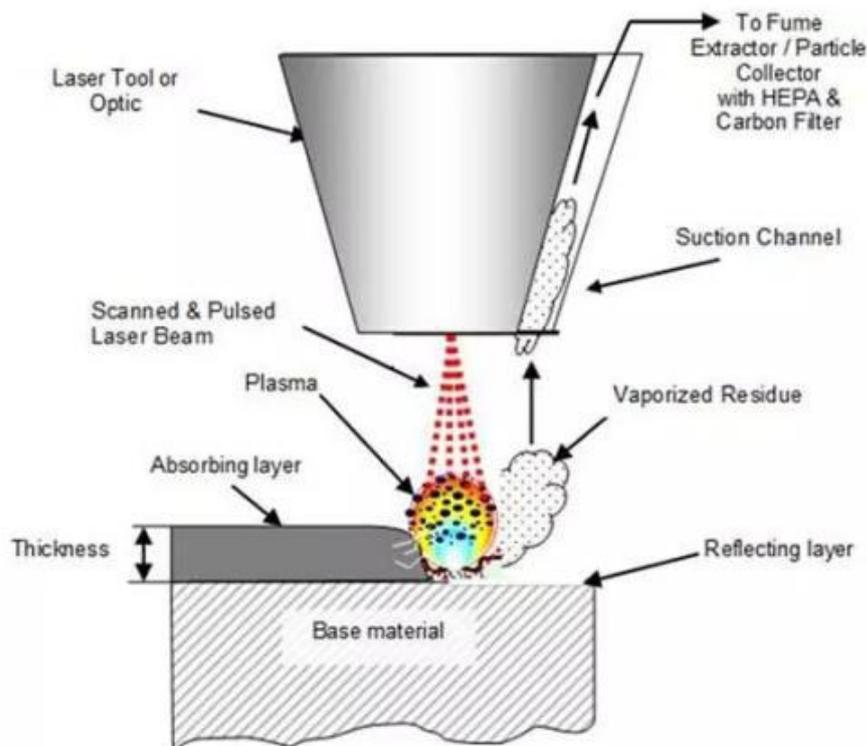
而且还可以在不损伤材料表面的情况下有选择性地清洗材料表面的污染物；

5 激光清洗效率高，节省时间；

6 购买激光清洗系统虽然前期一次性投入较高，但清洗系统可以长期稳定使用，运行成本低，以元禄光电公司的 LASERFST30 为例，每小时的运行费用仅为 10 元左右，更重要的是可以方便地实现自动化操作。

原理

脉冲式的光纤激光器清洗的过程依赖于激光器所产生的光脉冲的特性，基于由高强度的光束、短脉冲激光及污染层之间的相互作用所导致的光物理反应。其物理原理可概括如下：



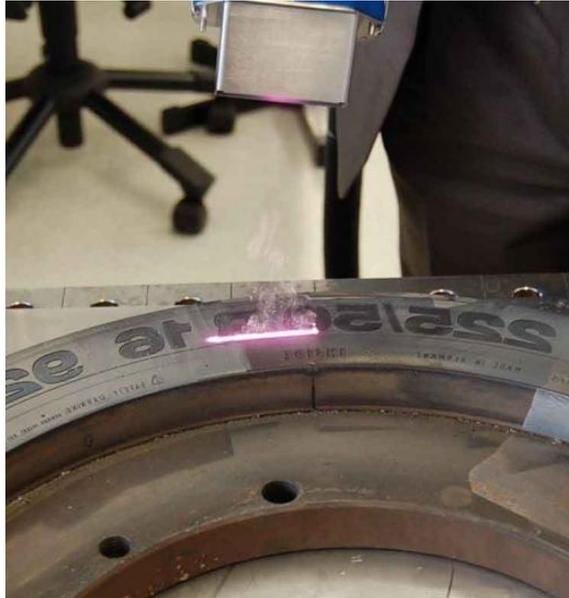
- a) 激光器发射的光束被需处理表面上的污染层所吸收。
- b) 大能量的吸收形成急剧膨胀的等离子体（高度电离的不稳定气体），产生冲击波。
- c) 冲击波使污染物变成碎片并被剔除。
- d) 光脉冲宽度必须足够短，以避免使被处理表面遭到破坏的热积累。
- e) 实验表明当金属表面上有氧化物时，等离子体产生于金属表面。

等离子体只在能量密度高于阈值的情况下产生，这个阈值取决于被去除的污染层或氧化层。这个阈值效应对在保证基底材料安全的情况下进行有效清洁非常重要。等离子体的出现还存在第二个阈值。如果能量密度超过这一阈值，则基底材料将被破坏。为在保证基底材料安全的前提下进行有效的清洁，必须根据情况调整激光参数，使光脉冲的能量密度严格处于两个阈值之间。

每个激光脉冲去除一定厚度的污染层。如果污染层比较厚，则需要多个脉冲进行清洗。将表面清洗干净所需要的脉冲数量取决于表面污染程度。由两个阈值产生的一个重要结果是清洗的自控性。能量密度高于第一阈值的光脉冲将一直剔除污染物，直到达到基底材料为止。然而，因为其能量密度低于基底材料的破坏阈值，所以基底不会受到破坏。

■ 实际应用

激光清洗不但可以用来清洗有机的污染物，也可以用来清洗无机物，包括金属的锈蚀、金属微粒、灰尘等。下面介绍一些实际应用情况，这些技术已非常成熟，已被广泛应用。



1 模具的清洗：

每年全世界的轮胎生产企业制造数亿个轮胎，生产过程中轮胎模具的清洗必须迅速可靠，以节省停机的时间。传统的清洗方法包括喷沙、超声波或二氧化碳清洗等，但这些方法通常必须在高热的模具经数小时冷却后，再移往清洗设备进行清洁，清洁所需的时间长，并容易损害模具的精度，化学溶剂及噪声还会产生安全和环保等问题。

利用激光清洗方式，由于激光可利用光纤来传输，因此在使用上深具弹性；由于激光清洗方式可用光纤连接而将光导至模具的死角或不易清除的部位进行清洗，因此使用方便；由于橡胶并无气化，因此不会产生有毒害的气体，影响工作环境的安全。激光清洗轮胎模具的技术已经大量在欧美的轮胎工业中被采用，虽然初期投资成本较高，但可在节省待机时间、避免模具损坏、工作安全及节省原材料上所获得的收益迅速得到回收。

食品工业模具上防粘的弹性膜层需要定期更换以保证卫生，不用化学试剂而使用激光清洗也特别适合这种应用。



2 武器装备的清洗：

激光清洗技术在武器维护保养上广泛应用。采用激光清洗系统，可以高效、快捷地清除锈蚀、污染物，并可以对清除部位进行选择，实现清洗的自动化。采用激光清洗，不但清洁度高于化学清洗工艺，而且对于物体表面几乎无损害。激光清除的废料对环境基本上不构成污染，还可以进行远距离操作，有效减少了对操作人员的健康损害。

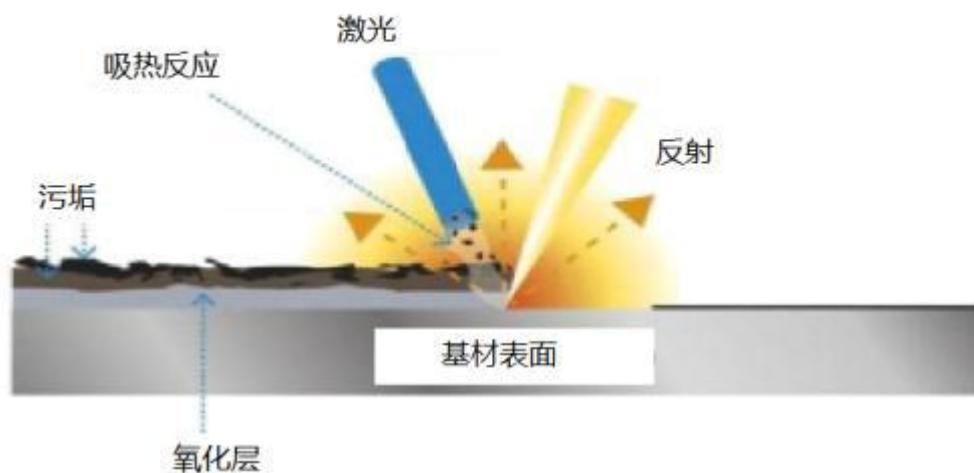
3 飞机旧漆的清除：

在欧洲激光清洗系统早已应用在航空工业中。飞机的表面过一定时间后要重新喷漆，但是喷漆之前需要将原来的旧漆完全除去。传统的机械清除油漆法容易对飞机的金属表面造成损伤，给安全飞行带来隐患。如采用多个激光清洗系统，可在 3 天之内将一架 A320 空中客车表面的漆层完全除掉，且不会损伤到金属表面。

4 楼宇外墙的清洗：

随着我国经济的飞速发展,越来越多的摩天大楼被建立起来,大楼外墙的清洁问题日益凸现。

激光可以对各种石材、金属、玻璃上的各种污染物进行有效清洗,且比常规清洗效率高很多倍。还可以对建筑物的各种石材上的黑斑、色斑进行清除。



5 电子工业中的清洗：

电子工业使用激光去除氧化物：电子工业需要高精度地去污，特别适合采用激光去氧化物。

在电路板焊接前，元件针脚必须彻底去氧化物以保证最佳的电接触，在去污过程中还不能损坏针脚。激光清洗可以满足使用要求，且效率很高，一个针脚只需照射一次激光。

6 精密机械工业中的精确去酯清洗：

精密机械工业常常需对零件上用来润滑和抗腐蚀的酯类及矿物油加以清除，通常是用化学方法，而化学清洗往往仍有残留物。激光去酯可以将酯类及矿物油完全去除，不损伤零件表面。

其污染物去除是由冲击波完成，零件表面氧化物薄层爆炸性气化形成了冲击波，导致污物去

除，而非机械互作用。材料彻底去酯用于航天工业机械零件的清理。机械零件加工中的油酯去除同样可采用激光清洗。

7 核电站反应堆内管道清洗：

激光清洗系统还应用于核电站反应堆内管道的清洗。它采用光导纤维，将高功率激光束引入反应堆内部，直接清除放射性粉尘，清洗下来的物质清理方便。而且由于是远距离操作，可以确保工作人员的安全。

设备名称	移动式激光清洗机	
设备型号	LASERFST30	
光纤激光器	QGM030	30w/脉冲
手持扫描头	单轴/双轴	高速模拟振镜
系统控制 PLC	STC15W4K56S4 IAP15W4K58S4	RS232 串口调试
扫描范围	宽度 0.5-110mm 无级可调	焦距 120mm/180mm/235mm 定选
脉冲频率	30KHz-100KHz	
冷却方式	强制风冷	
电源需求	AC220v/50Hz / \pm 10% >600W	
外形尺寸	L660*W210*H600	



