# 激光除漆过程的声学监测技术研究

一. 成果完成人及所在单位： 陈赟，机械与汽车工程学院 指导教师：黄海鹏

## 二. 成果简介：

针对激光除漆的在线监测问题，搭建声学监测实验平台，研究激光除漆过程的声学监测技术。结合表面形貌和信号处理，发现了正压峰值、脉冲波形持续时间、清洗频率分量、直流分量和第一个谱峰的频率等一系列能够表征激光除漆效果的特征参数。基于贝叶斯判别理论，建立 10kHz 频率下激光除漆的判别函数，为激光除漆的在线监测提供了一种有效的技术方法。

## 三. 主要研究内容及创新点：

本课题针对激光清洗的在线监测问题，搭建声学监测实验平台，研究了激光除漆过程的声学监测技术。

实验平台由激光清洗系统和声波在线监测系统组成，主要包含 Nd：YAG 激光清洗机、机械手、声音采集装置和 PC 机。

实验研究了除漆过程中激光功率、频率和清洗次数对声信号的影响。研究发现，激光除漆过程中，信号振幅会随着清洗次数增加逐渐减小，最终接近到 0；当激光脉冲数相同时，激光单脉冲能量越大，除漆声信号的振幅和频率分量越大，清洗效率越高；激光频率越高，单位时间发射的脉冲数增加，相同脉冲数的除漆时间就越短。

研究还提取了正压峰值、脉冲波形持续时间、清洗频率分量、直流分量和第一个谱峰的频率等特征参数，并基于贝叶斯理论，将清洗过程设为正在清洗和已经清洗完成两个类别，使用逐步选择法提取最能反映类别差异的参数，建立了 10kHz 频率下激光除漆的判别函数$\boldsymbol{F1}$、$\boldsymbol{F2}$：

$$\boldsymbol{F_1} = 0.344P - 5.947A - 11.699 \quad (1)$$

$$\boldsymbol{F_2} = 0.538P - 18.88A - 21.813 \quad (2)$$

其中 P 是平均功率，A 是正压峰值。采集除漆声信号后提取特征参数，将参数值带入函数，若$\boldsymbol{F1}<\boldsymbol{F2}$，则清洗已经完成，停止继续清洗；若$\boldsymbol{F1}>\boldsymbol{F2}$，清洗未完成，再进行一次清洗并判别，直到$\boldsymbol{F1}<\boldsymbol{F2}$。通过实验结果的验证的准确率为 93.9%，对数据样本进行交叉验证的准确率为 86.7%，是比较好的判别模型。通过清洗特征筛选和判别分析可以有效实现对激光除漆的过程监测，该方法成本低，操作简单，具有普适性。

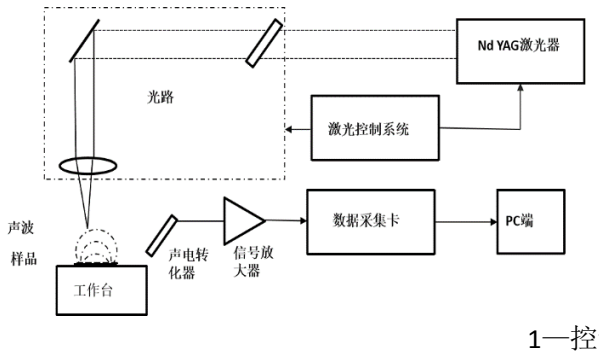



图 1 实验装置示意图




1—控制柜；2—机械手；3—扫描枪头；4—声音采集装置；5—PC 机

图 2 实验装置

## 四. 主要研究成果及应用情况

1. 在中文核心期刊上发表论文 1 篇；
2. 申请发明专利 2 项。

联系人：陈赟，厦门理工学院机械与汽车工程学院 邮编：361024
电 话：15392036420 Email:2035960328@qq.com