



# 無毒雷射不鏽鋼成分 檢測技術

Non-Toxic Laser Detection Technology for Stainless Steel

## 楊映暉

工研院  
雷射與積層製造科技中心  
積層製造技術組  
關鍵模組部

## 曹宏熙

工研院  
雷射與積層製造科技中心  
積層製造技術組  
關鍵模組部  
經理

## 關鍵詞(Keywords)

- 雷射 Laser
- 不鏽鋼 Stainless Steel
- 彩色雕刻 Color Marking

## 摘要(Abstract)

“不鏽鋼”非單一鋼種的名稱，其種類繁多，現有約一百八十餘種不同的鋼種。而不同種類的不鏽鋼，其抗腐蝕性、機械強度、延展性、磁性等，都有相當大的差異。以民生用品來說，SUS200系列由於錳元素含量高，不適用直接接觸食物的產品，以免造成巴金森氏症或生殖能力受損，而SUS300系列與SUS400系列則無此疑慮。因此對

於消費者與業者來說，都需要一種快速簡易辨別不鏽鋼種類的方式。無毒雷射不鏽鋼檢測技術可補足這方面的缺口，透過雷射的小區域高能量特性，局部區域高溫於材料表面快速生成一層微氧化層，讓業者或產品消費民眾以色彩管理的方式，簡易快速地確認取得產品的鋼材種類。此外，業者亦可透過此技術建立標準化驗證流程，直接於產品外觀的雷雕驗證標章，建立客戶與消費者對其產品的信賴度。

"Stainless steel" does not mean single steel type but includes about 180 kinds of different kinds of steel. Different types of stainless steel exhibit different property in corrosion resistance, mechanical strength, ductility, and magnetism, etc.. For daily essentials, SUS 200 series contain manganese which may lead to Parkinson and infertility issue, and thus are inappropriate to be applied in product that may



contact food directly, while stainless steels of 300 Series and 400 Series are of no such issue. Therefore, a convenient method is required to identify types of stainless steel. The non-toxic laser detection technology for stainless steel can fill in this gap. With the high energy density in small area, laser beam can form a thin oxidized layer, which appears different color to be visually identified for the type of stainless steel. In addition, the industry can also use this technology to establish a standardized verification process and improve customer satisfaction.

## 1. 前言

無毒雷射不鏽鋼檢測是一種透過簡易色彩管理方法，可讓業者與消費者快速辨識不鏽鋼種類。尤其近年來，無論是工廠配送化學溶液的管線或與大眾日常生活息息相關的民生用品，因不鏽鋼材料的誤用導致工安事故時有所聞，故無論是業者或消費民眾都開始要求標示商品的不鏽鋼牌號（常見的有：SUS304, SUS316）。然而，材料檢測不是需要做部分破壞，就是需以抽真空環境做測試，手續繁複導致消費者難以從實際成品確認取得產品之不鏽鋼種類。

“不鏽鋼”的材料組成包含鉻 Cr、鎳 Ni、碳 C、矽 Si、錳 Mn、磷 P、硫 S、鋁 Al、鈷 Co、鐵 Fe 等，分為 SUS200 系列、SUS300 系列及 SUS400 系列。以不同的不鏽鋼特性來說，SUS201 價錢最便宜，但錳含量高，鎳含量低，故防鏽效果最差；SUS304 價位最貴，價格高於黃金，鎳含量高且防

鏽效果佳；SUS430 則是鐵加鎳不含鎳。

無毒雷射不鏽鋼檢測從不同角度切入，透過脈衝雷射瞬間高溫特性，瞬間於金屬表面形成微氧化層，並藉由微氧化層反射即可鑑別材料組成。此技術的理論基礎是透過局部瞬間高能加速金屬表面微氧化效應，材料成分差異會導致不同型態的微氧化層沉積，讓表面反射不同頻譜的光線，作為分析不鏽鋼材料的分辨依據。由於此技術的微氧化層於大氣常溫條件即可生成，無須繁複的產品材料破壞與真空檢測處理手續，且微氧化層生成時間極為短暫（~數十 ns 時間尺度），故過程中的高溫並不影響整體材料特性，屬於一種非破壞性檢測方式，也提供另一種不鏽鋼產品之材料組成測試與直接建立產品的驗證標章的選擇。

## 2. 雷射不鏽鋼檢測技術

### 2.1 系統架構:雷射源&測試環境

無毒雷射成分檢測技術為一種透過金屬表面微氧化層生成，反射不同頻譜光束的檢測技術。透過工研院自行研發的奈秒光纖雷射光束聚焦掃描，讓不鏽鋼材料表面生成不同膜厚的微氧化層，因微氧化層的組成與分佈與材料組成相關，分析微氧化層的反射光譜即可辨別不鏽鋼材質組成。奈秒光纖雷射部分，輸出平均功率為 30 W，波長  $\lambda=1064 \text{ nm}$ ，脈衝重複率為 20~2000 kHz，脈衝寬度為 15~150 ns，控間光束品質  $M^2 < 1.8$ 。此技術檢測過程分為兩部分，第一部分是高能脈衝雷射與不鏽鋼表層的交互作用，形成膜厚數百 nm 的微氧化層；第二部分是偵測微氧化層的反射光束與頻譜解析。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】407期・106年2月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)

機械工業雜誌信箱：[jmi@itri.org.tw](mailto:jmi@itri.org.tw)