

# 綠色智能製造： 創新生產技術與環保應用

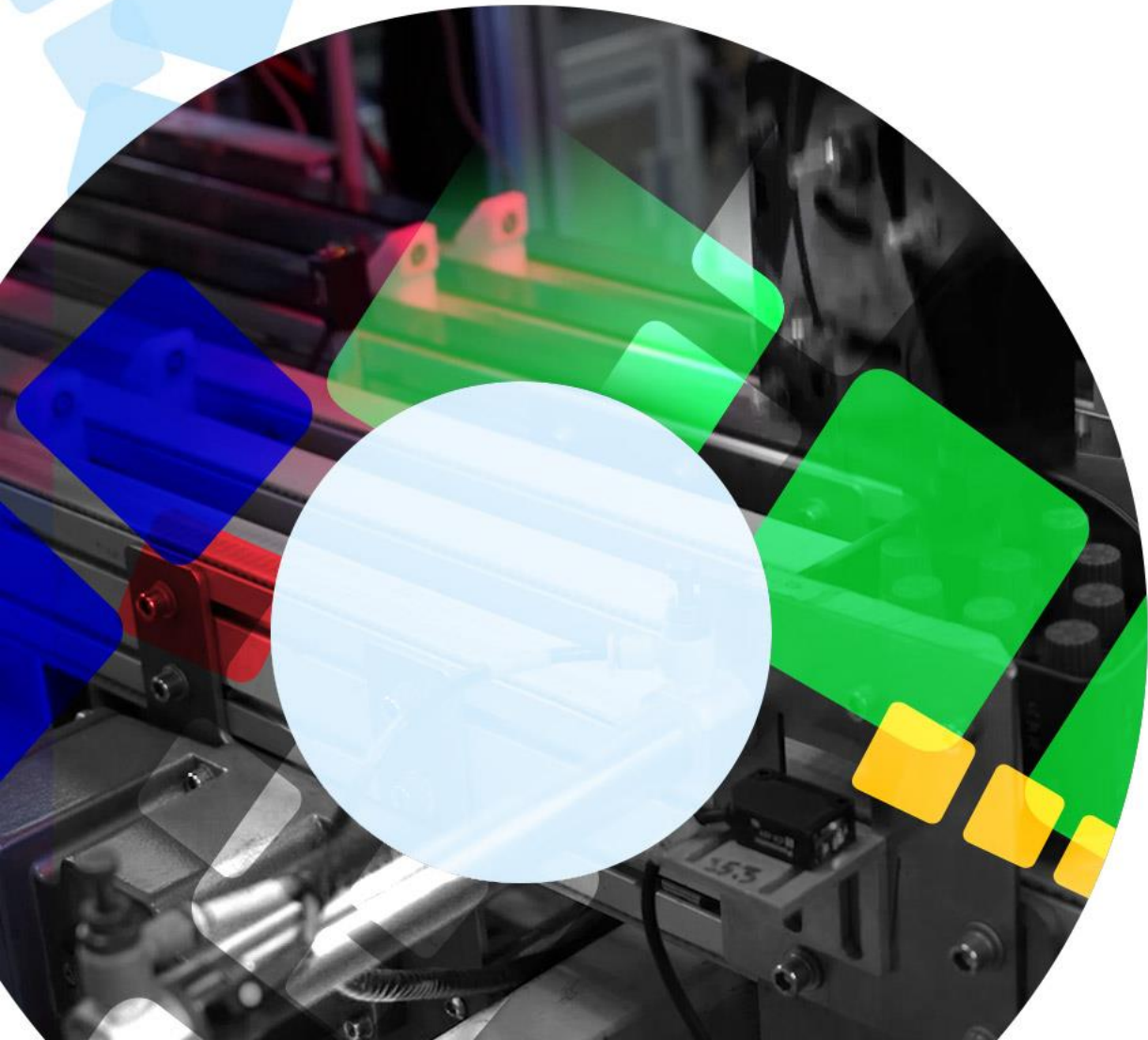
劉銘然博士

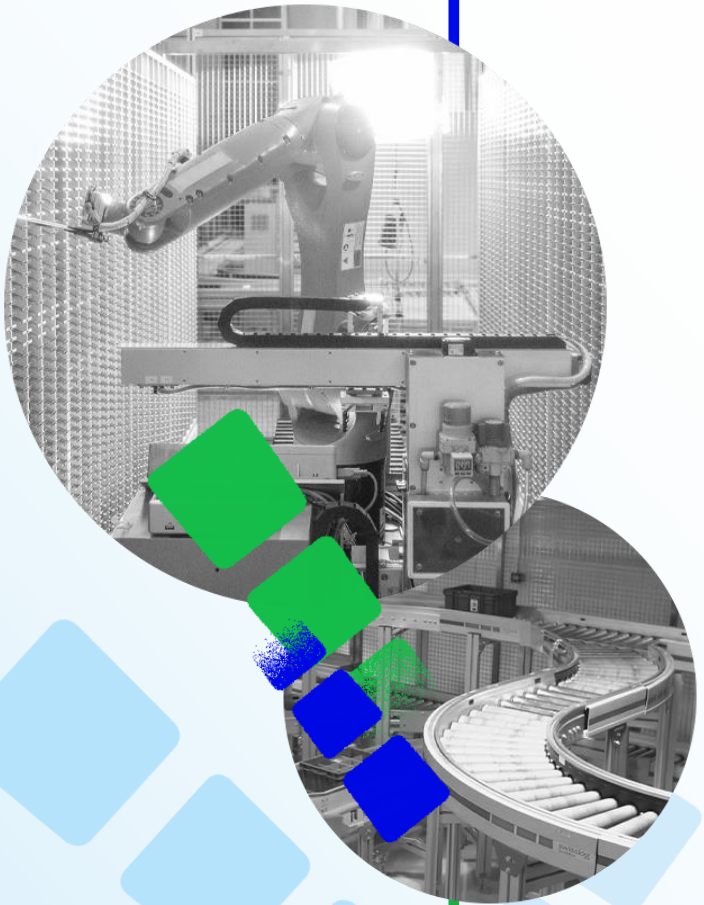
智能製造部博士後研究員

2025年5月30日

# 目錄

- 紡織業的污染
- 紡織業生產技術與環保應用





“

## 紡織業的污染

”

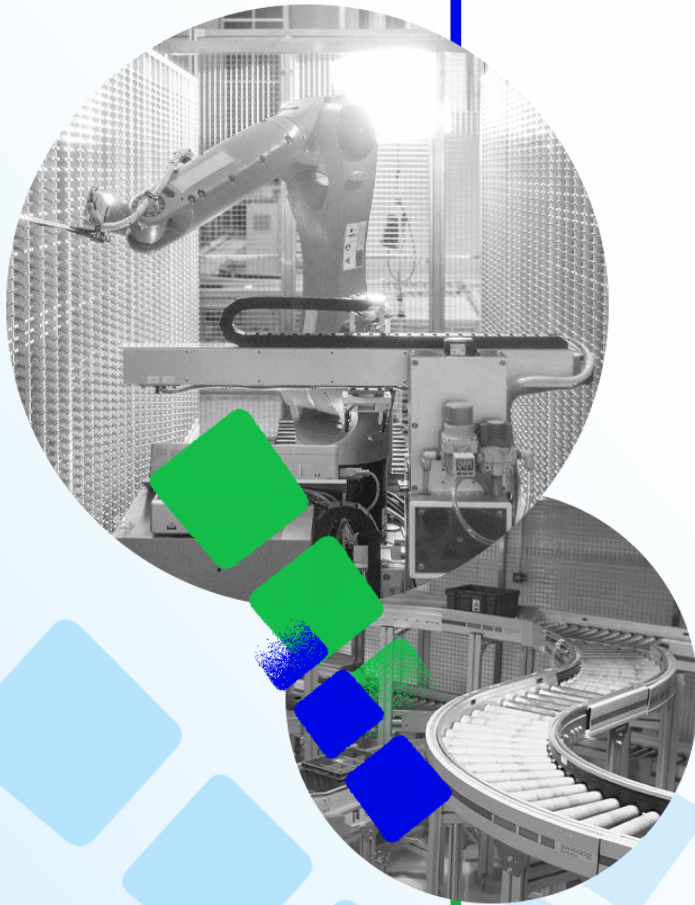
## 紡織業的水污染

- 紡織業的生產和處理過程非常耗水，並且需要大量的能源
- 例如：生產一件T恤需要約2,700公升的水
- 漂洗、染整等過程生產廢水包含大量染料、助劑、脫膠劑等
- 含有高色度、高有機濃度、毒性，且不易分解
- 可能產生具有危險性、變異性或致癌性的副產品

# 紡織業的微膠粒污染

- 約20-35%的塑膠微粒來自合成纖維紡織品
- 微膠粒來源：在洗滌或摩擦過程中釋出微纖維
- 微膠粒會被海洋生物誤食，進而進入食物鏈；吸附有害物質，增加毒性
- 解決方案：
  - ✓ 減少使用塑膠製品
  - ✓ 選擇天然纖維紡織品
  - ✓ 使用洗衣袋減少微纖維釋出
  - ✓ 落實垃圾分類與回收等





“ 技術分享：  
鐳射雕刻牛仔布 ”

## 項目背景 - 現有裝飾工藝

### 牛仔褲現有裝飾方法

- 各類洗水工藝：石洗、酵素洗、砂洗等
- 刺繡 / 珠片貼花或布料貼片裝飾
- 雷射雕刻
- 絲印 / 塑膠溶劑熱移印 / 箔印



## 項目背景 - 洗水工藝圖例

### 牛仔褲現有裝飾方法

- 各類洗水工藝：石洗、酵素洗、砂洗等



# 項目背景 - 刺繡裝飾圖例

## 牛仔褲現有裝飾方法

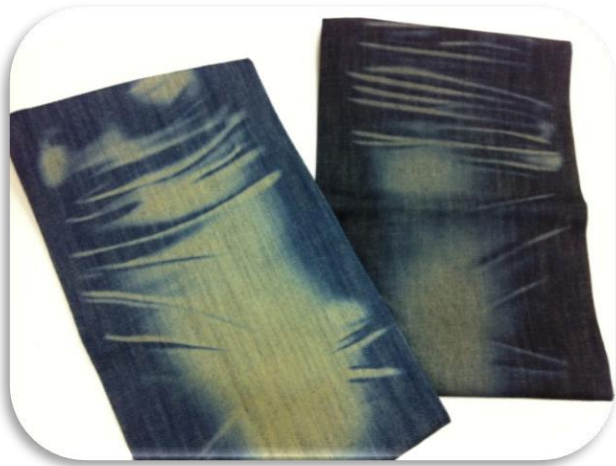
- 刺繡 / 珠片貼花或布料貼片裝飾



# 項目背景 - 傳統雷射雕刻圖例

## 牛仔褲現有裝飾方法

- 鐳射雕刻
  - 僅能實現單色效果



# 項目背景 - 絲印與熱移印圖例

牛仔褲現有裝飾方法

➤ 絲印 / 塑膠溶劑熱移印 / 箔印



## 現有問題 - 市場需求與技術瓶頸

- 市場需求與技術發展
- 現無單一設備能完成以下所有任務



砂洗效果



貓鬚紋 / 標記



多色花紋

## 項目目標 - 快速低成本解決方案

- 為定制牛仔生產提供快速且具成本效益的解決方案
- 開發能實現三種裝飾效果的設備（砂洗效果、貓鬚紋 / 標記、多色花紋）



# 解決方案 - 多色鐳射雕刻工藝

- 開發仿手工鐳射雕刻技術
- 研發用於牛仔布多色花紋的鐳射雕刻機

1. 在牛仔布上塗覆多色塑膠溶劑油墨 ( 如藍色染料、紅色 / 黃色塑膠溶劑油墨 ) 。

2. 調整鐳射雕刻功率輸出。

3. 汽化不同層次的油墨，顯現多色花紋。



優勢：可根據客戶需求  
靈活變化花紋與顏色。

# 解決方案 - 新型鐳射雕刻系統



**激光器 Laser**

採用德國ROFIN激光器, 德國Scanlab掃描系統等先進控制軟硬件。

Adopt advanced software and hardware such as Germany ROFIN laser, Germany Scanlab galvanometer scan system etc.

激光工作介質: CO<sub>2</sub>  
Laser working medium: CO<sub>2</sub>

激光波長: 10.6um  
Laser wavelength: 10.6um

激光功率: 200W  
Laser power: 200W

激光頻率: 1~100KHz  
Laser frequency: 1~100KHz


雕刻速度: 1000mm/s  
Engraving speed: 1000mm/s

重複雕刻精度: 0.01mm  
Repeated engraving precision: 0.01mm

平圍工作臺最大雕刻範圍: 800×800mm  
Max. engraving range of flat worktable: 800×800mm

立體轉像最大雕刻範圍: 1100mm  
Max. engraving range of 3D mannequin: 1100mm

型號 Model	電源 Power Supply	總射功率 (kW) Laser Power	平圍工作尺寸 (cm) Flat Worktable Working Size	轉像工作尺寸 (cm) Mannequin Working Size	機身尺寸 (cm) Machine Size
NS-8686	3PH/380V/50Hz	0.2	80×80	110	820×300×280

 G/F., 52 Wing Hong Street, Cheung Sha Wan, Kowloon, Hong Kong  
Tel: (852) 2742 0078, 2741 9981 Fax: (852) 2785 3149  
Email: info@ngaishing.com Website: http://www.ngaishing.com



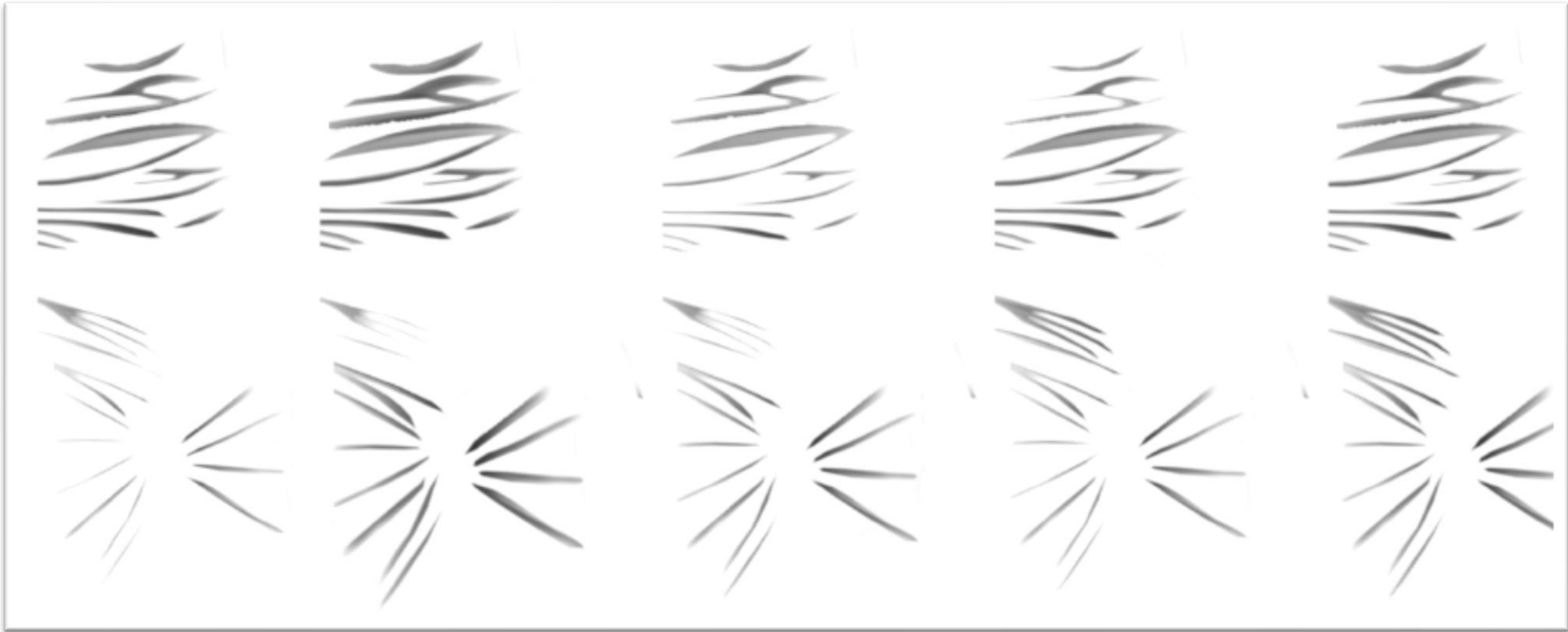
Ngai Shing Development Limited  
藝誠(余氏)發展有限公司

**NS-8666 火舞 Ease Laser**

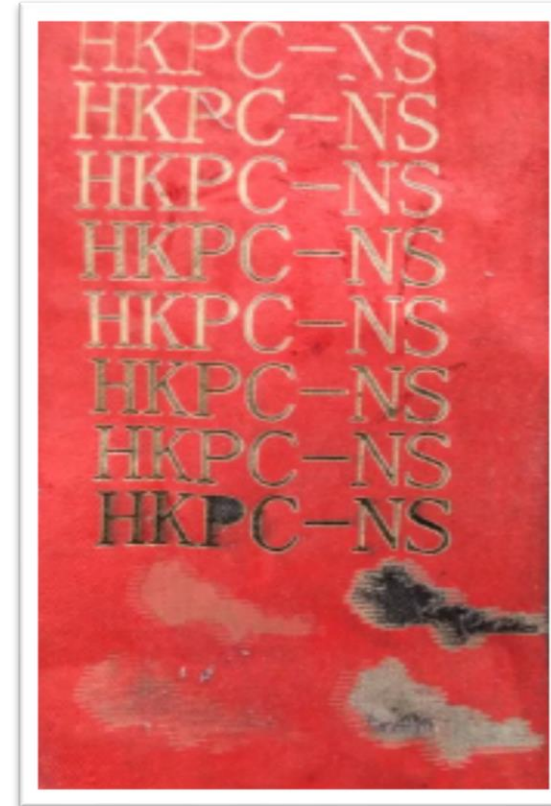
- 此激光機主要功能代替人手在牛仔褲上做磨須、砂位、吊磨、破洞等效果。激光處理後，可根據需要配合局部PP噴塗、洗水處理等達到更完美效果。
- 本機由四大系統組成：立體轉像旋轉系統；平面帶式工作臺操作系統；軟件控制系統；激光雕刻系統。
- 立體轉像旋轉系統，可進行雙面激光；雙轉像操作，同時上料與雕刻，提高工作效率。
- 自動旋轉激光頭，可同時滿足平面帶式工作臺與立體轉像雕刻操作。
- Laser unit replaces some heavy man power to do the job as whiskers, hand-sand, grinding and localized damages. Wet processes and PP spray after laser treatment are upon request.
- This unit comprises four systems: 3D mannequin rotating system, flat worktable operation system, software control system, and laser engraving system.
- 3D mannequin rotating system, can realize double-side engraving; with two mannequins, so that loading and engraving are proceeded simultaneously, high efficient.
- Auto-rotating laser head, can meet the operation of flat worktable and 3D mannequin.

## 解決方案 - 仿手工花紋效果



## 解決方案 - 多色花紋效果



# 解決方案 - 模擬砂洗效果



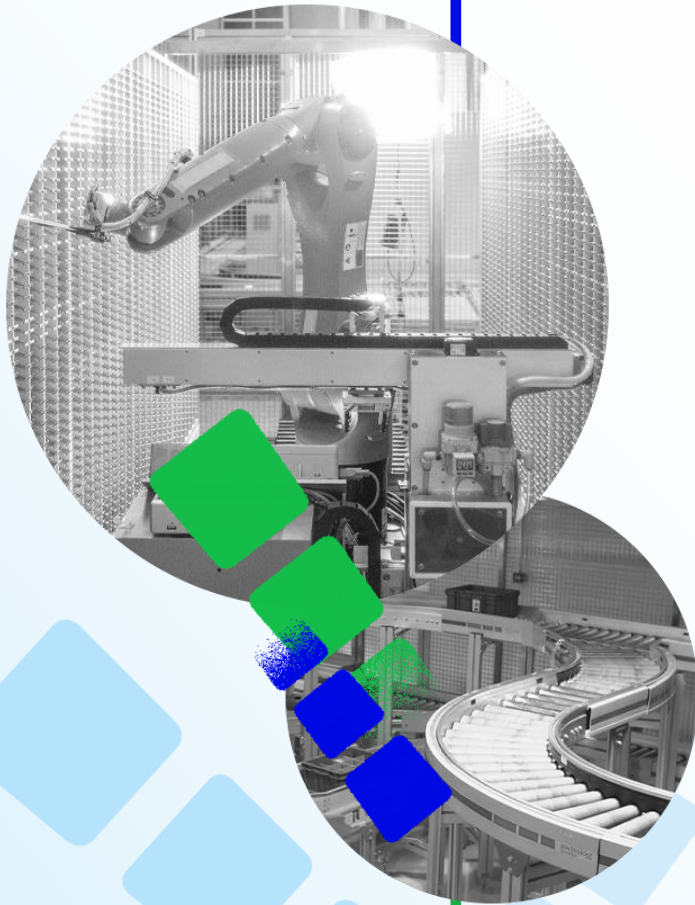
# 解決方案 - 與傳統工藝對比

工藝	絲印	數位印刷	傳統雷射雕刻	新開發雷射雕刻
裝飾功能	彩色花紋	彩色花紋	砂洗 / 單色	砂洗 / 彩色花紋 / 仿手工
圖案色彩	不限	不限	單色	不限
靈活性	✗ ( 依賴網版 )	✓✓ ( 靈活 )	✓ ( 有限 )	✓✓✓ ( 高度靈活 )
局限	需定制網版	適用淺色面料	僅能去除色層	油墨選擇 / 圖案位置限制
成本 ( 港元 )	10,000	200,000	1,000,000	600,000

## 項目效益 - 行業與社會影響

- 開拓服裝裝飾領域新市場
- 為設計師與製造商提供高度靈活的設計空間
- 以低成本實現三種裝飾效果的綜合解決方案





“ 技術分享：  
自動噴塗牛仔布 ”

# 項目背景 - 定制化市場需求

## 牛仔產品定制化趨勢

- 當前定制化產品市場快速增長
- 特殊裝飾牛仔產品具市場競爭力

樹脂噴塗



金屬及特殊花紋效果圖



油漆噴塗



# 項目背景 - 自動化需求上升

## 自動化解決方案的迫切需求

- 噴塗工藝依賴高技能熟練工人：
  - 招聘困難
  - 培訓周期長
  - 薪酬成本高於普通工人
- 結果：
  - 人力成本高企
  - 熟練工人短缺
- 附加問題：噴塗過程釋放顆粒物，引發健康與環境問題



# 項目目標 - 全自動噴塗解決方案

- 開發快速學習且具成本效益的全自動噴塗解決方案，以實現：
  - 提高生產效率
  - 降低人力成本
  - 確保產品質量
  - 有效控制污染
- 集成仿手工花紋技術



# 解決方案 - 牛仔布表面裝飾自動噴塗櫃

## 機器人解決方案

- 工業機器人已廣泛應用於汽車行業噴漆與焊接，替代熟練工人

機器人噴漆



機器人焊接



## 解決方案 - 現有機器人局限

- 傳統機器人教學需熟練操作員逐點設定坐標以生成工作路徑
- 操作員需通過遙控器逐軸調整路徑（每點需設定六軸坐標）
- 操作員必須具備基礎編程與技術知識
- **關鍵難題**：噴塗工人難以通過無數坐標設定噴塗路徑！



X 0.000

Y 0.000

Z 0.000

Rx 0.00

Ry 0.00

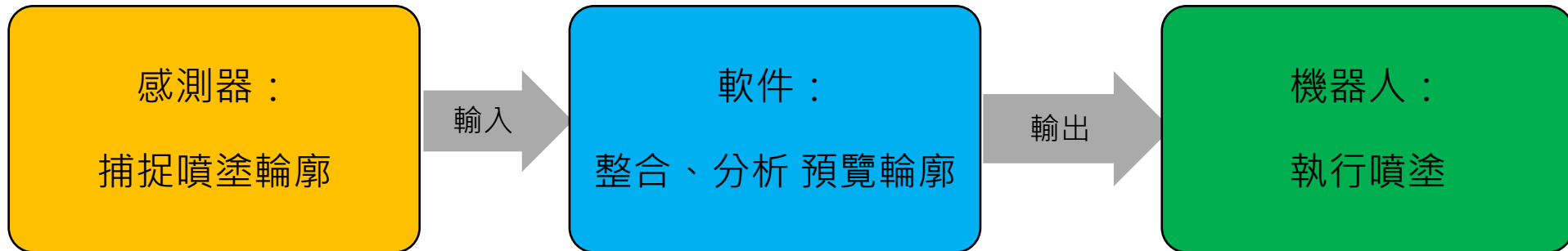
Rz 0.00



# 解決方案 - 機器人教學套件定位

## 機器人教學套件

- 專為噴塗車間主管定制
- 提供更易用的機器人噴塗配置文件創建方式



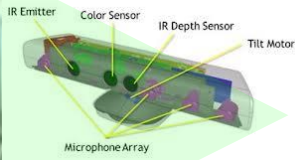
# 解決方案 - 機器人教學套件工作流程

## 機器人教學套件操作流程

### 1. 噴塗工人按常規進行噴塗操作



● REC



輸入



### 2. 傳感器記錄所有動作

### 3. 電腦保存並整合原始數據

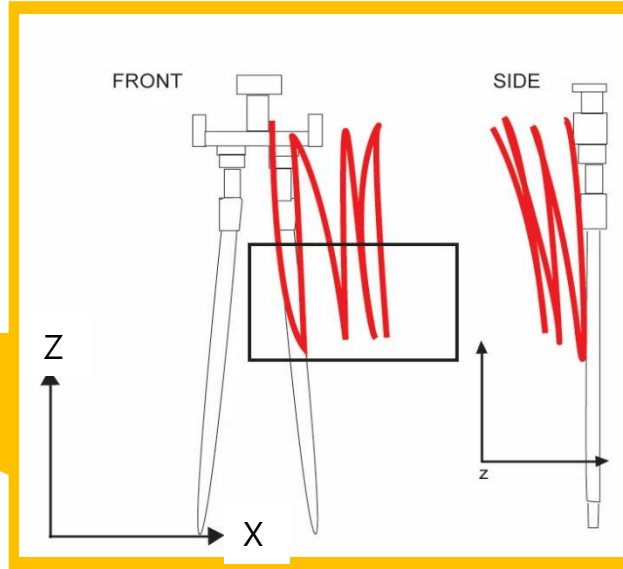
# 解決方案 - 機器人教學套件工作流程

## 機器人教學套件操作流程

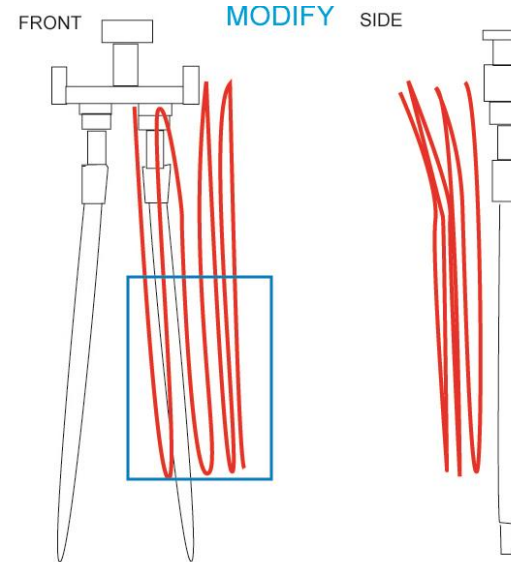
4. 原始數據處理：  
計算、濾波、校正、分析



5. 用戶可在軟件中預覽噴塗配置文件



6. 用戶可在軟件中編輯與審核配置文件



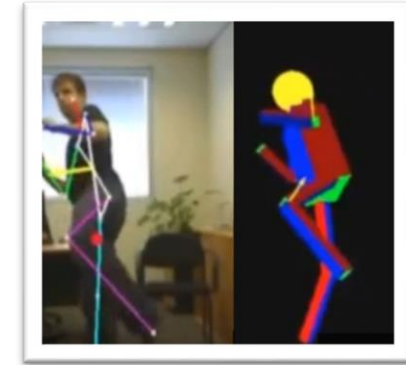
7. 機器人執行噴塗配置文件



# 解決方案 - 人體動作捕獲技術 + 傳感器組件

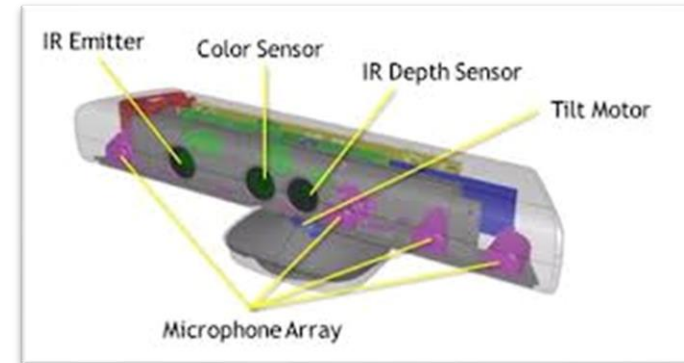
## 人體動作捕獲技術

- 光學傳感器 + 定制程序
- 追蹤人體骨骼動態
- 帶編碼器的機械臂模型



## 傳感器組件

- 光學傳感器：紅外傳感器、發射器、顏色傳感器
- 噴槍傳感器：加速度計、陀螺儀、力傳感器、霍爾效應傳感器、紅外跟蹤器
- 機械臂編碼器



# 解決方案 - 傳感器集成噴槍 + 軟件界面功能

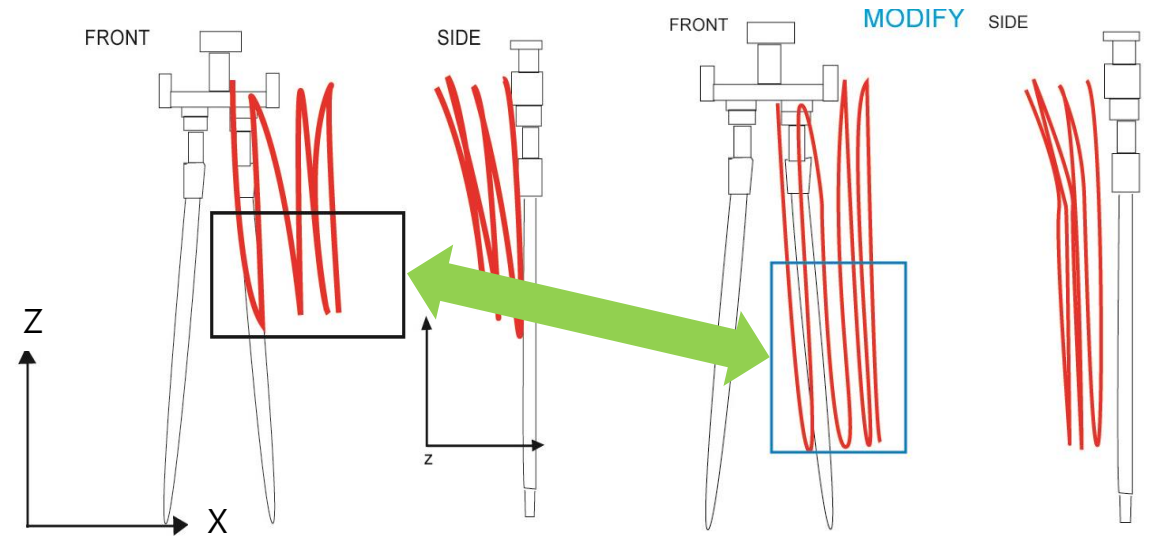
## 傳感器集成噴槍

- 記錄噴塗角度、流量、坐標、速度等參數
  - 霍爾效應傳感器、紅外跟蹤器、加速度計組件



## 軟件界面功能

- 預覽、修改及存儲噴塗配置文件
- 支持根據牛仔褲尺寸調整噴塗效果長度
- 可將機器人噴塗動作偏移至目標位置

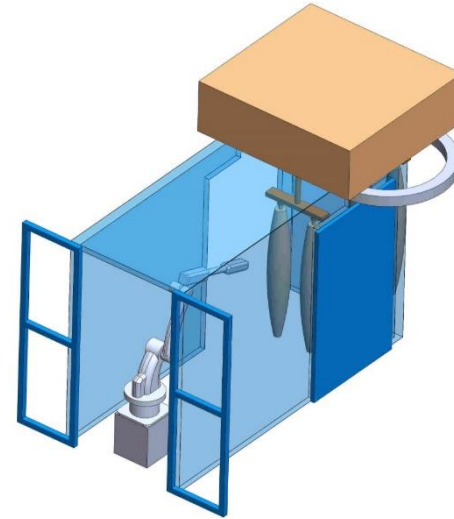
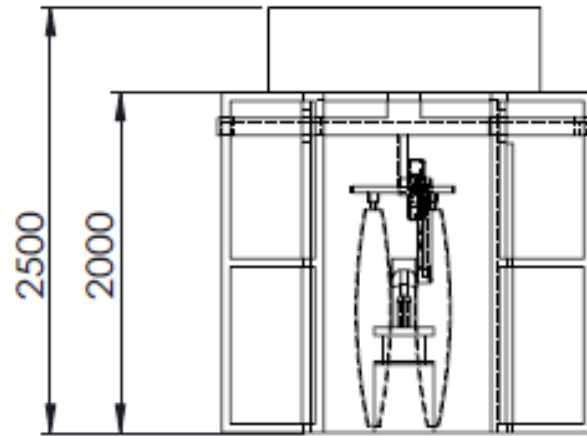
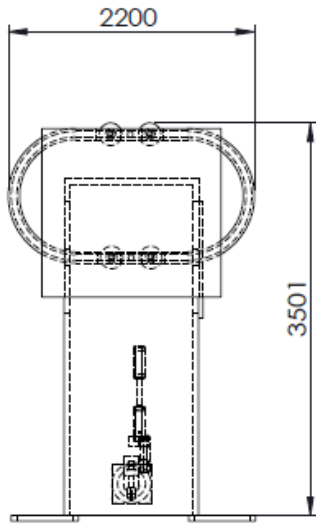


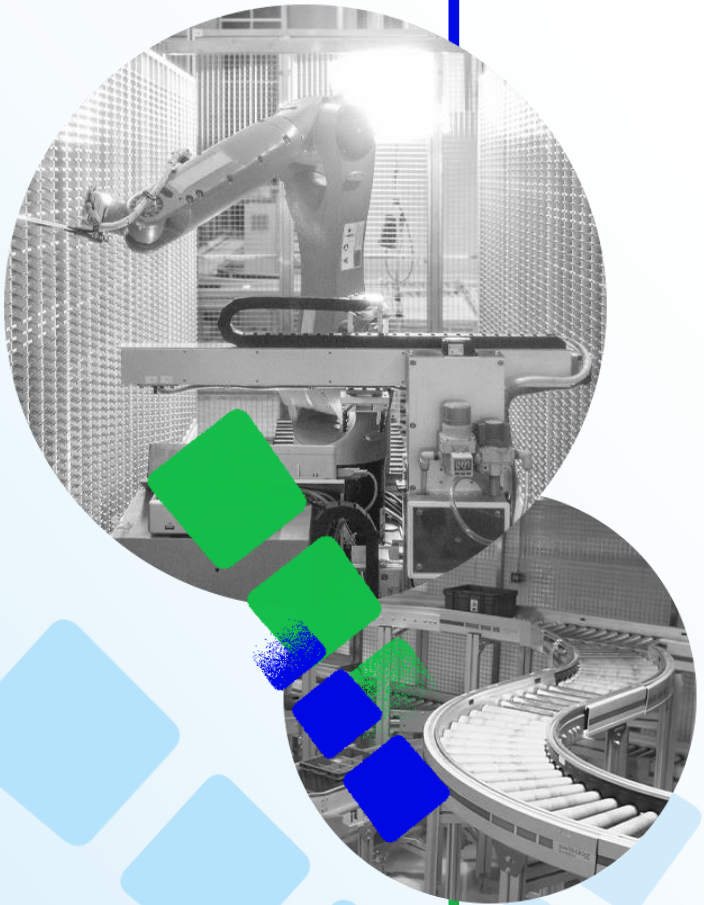
## 解決方案 - 與現有方案對比

方案	手工噴塗	工業機器人	現有牛仔噴塗系統	牛仔布表面裝飾自動噴塗櫃
人力需求	★★★	★★	★	★
技能要求	★★	★★★	★	★
局限性	勞動密集、質量波動、健康風險、培訓周期長	教學時間長、無預覽功能、設置困難、非紡織專用	安裝成本極高、限於同一廠商系統	需培訓與校準
成本 ( 港元 )	100,000	400,000	3,500,000+	780,000

## 項目效益 - 技術優勢與效益

- 增強設計靈活性，具成本競爭力
- 6 軸機械臂再現手工動作，提升質量與效率
- 支持樹脂、油漆、化學溶液噴塗
- 解決噴塗工人短缺與培訓問題，節省人力成本





“ 其他技術分享  
及應用 ”

# Regen.™ for Textile Production – Paradise Textiles

- 第一個專為紡織製造商設計的微纖維過濾器
- 解決紡織品生產過程中嚴重的微纖維污染問題



有效阻止微纖維進入水道

減少化學品的使用

延長水回用系統壽命

節省約300萬kWh電力  
減少2,000噸的碳排放

# Jeanologia: G2 Ozone 臭氧技術的環保水洗解決方案

- G2臭氧機：產生臭氧，通過和纖維進行反應來處理衣物，讓衣物呈現真實自然的外觀
- 臭氧前處理和臭氧後處理使得衣物更加清潔
- 零排放；大量減少水和化學品的使用
- 石磨效果而並不需要用浮石，可以呈現復古效果。



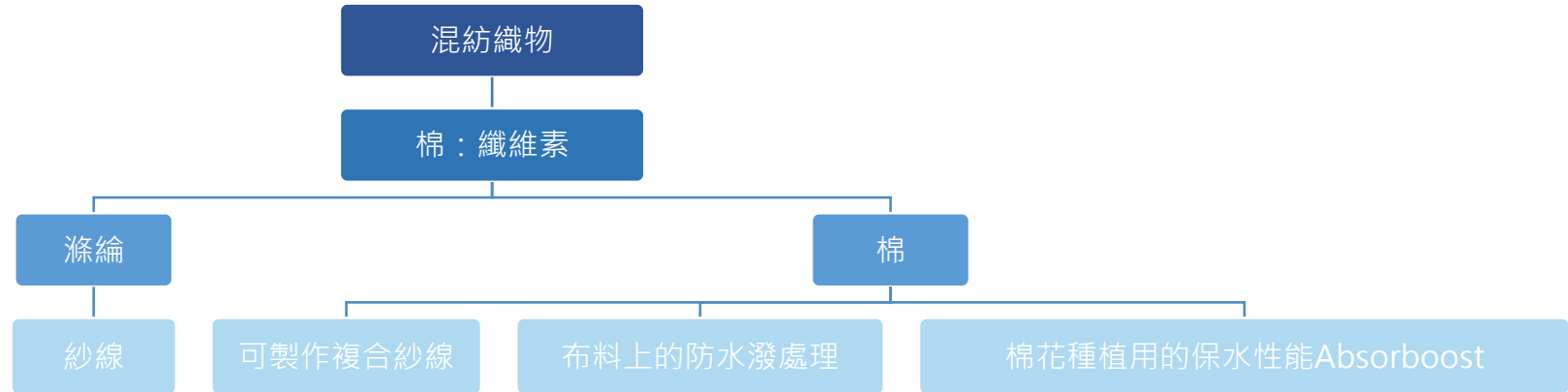
G2 Super



G2 Evo

# Green Machine 2.0 - 香港紡織及成衣研發中心 (HKRITA)

- 將混紡織物中的滌綸和棉花纖維以水熱方法處理的舊衣服纖維回收系統



- 2025年：「開研」( Open Lab ) 與ISS香港及Redress的合作重要跨行業項目
- 將混紡物料分解回收廢棄制服織成高品質環保紗線
- 2024年：處理棄置衣物，衣物經人工智能分類後，部份可再售，其餘混紡物料轉化為再生紗線
- 展現創新技術可有效落地應用



謝謝

Hong Kong Productivity Council  
香港生產力促進局

HKPC Building, 78 Tat Chee Avenue, Kowloon, Hong Kong  
香港九龍達之路78號生產力大樓  
Tel: +852 2788 5678 Whatsapp: +852 5283 4131  
[www.hkpc.org](http://www.hkpc.org)