

台塑大金公司

氫氟酸自動取樣影像辨識

2022年5月16日

目錄

1. 執行摘要
2. 製程說明與改善動機
3. 影像辨識方法
4. 色彩辨識模型
5. 影像辨識系統架構
6. 效益說明
7. 結論及後續推動事項

1. 執行摘要

➤ 改善目的說明：

1. 台塑大金仁武廠共有7座批次氧化槽，需將氫氟酸中的三氟化砷(AsF_3 ，沸點 63°C)以高錳酸鉀氧化為六氟化砷(KAsF_6 ，沸點 400°C 以上)，以利精餾脫除，每批次氧化12小時過程中，現場需分階段取樣，確認氧化劑適當微過量後，再送入後段精餾純化系統。
2. 氫氟酸為高危險性流體，作業安全風險較高。
3. 批次取樣判讀，無法連續性監測管制。

➤ 改善方式說明：

1. 以攝影機直接擷取透明視窗管內流體顏色，藉由影像辨識主機讀取色彩飽和度值，進一步判讀氧化劑添加是否適當微過量。
2. 取代開放式的高風險取樣作業。
3. 連續性數位化監測並提供警示管制機制，數位資料庫可再應用於異常分析及製程改善。

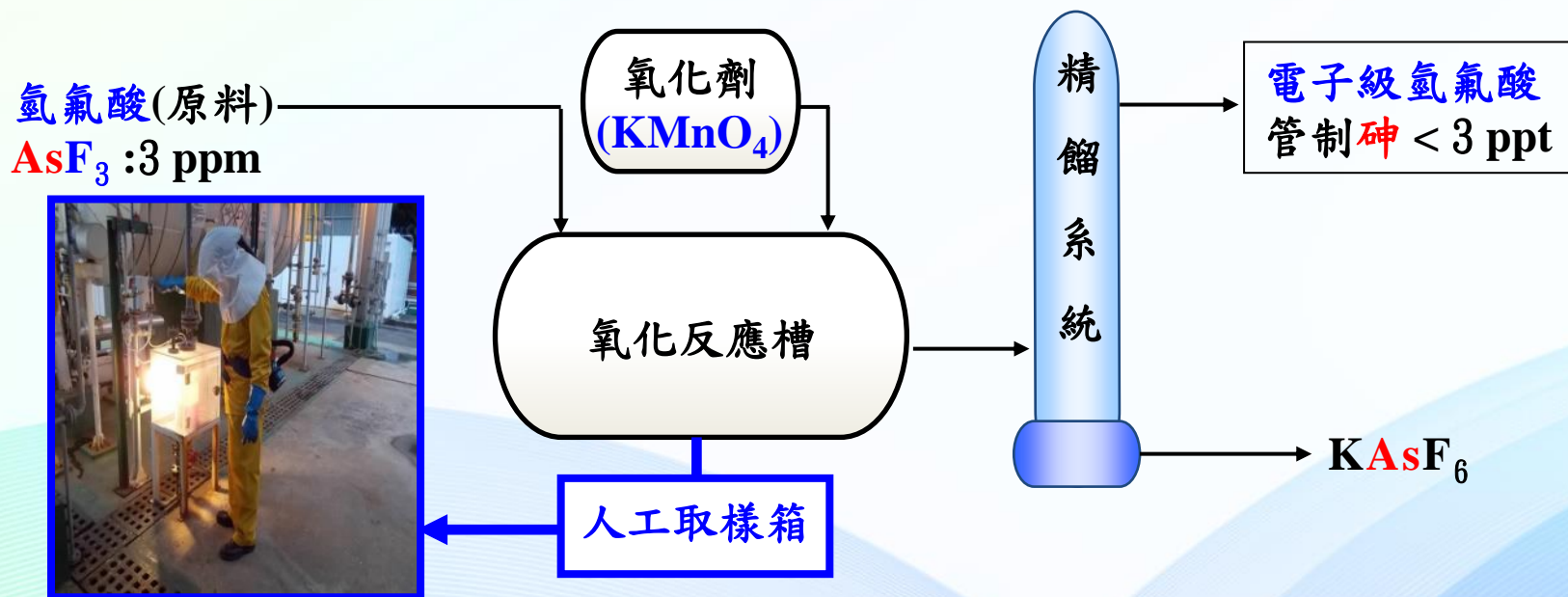
➤ 改善目標：

項目	取樣作業時間	取樣頻率	合計取樣工時
改善前	20分鐘/次	30次/天	600分鐘/天
目標	0分鐘(取消人工取樣)	連續式自動監控	0分鐘

- 投資金額：2,852千元。年效益：541千元、回收年限：5.3年。

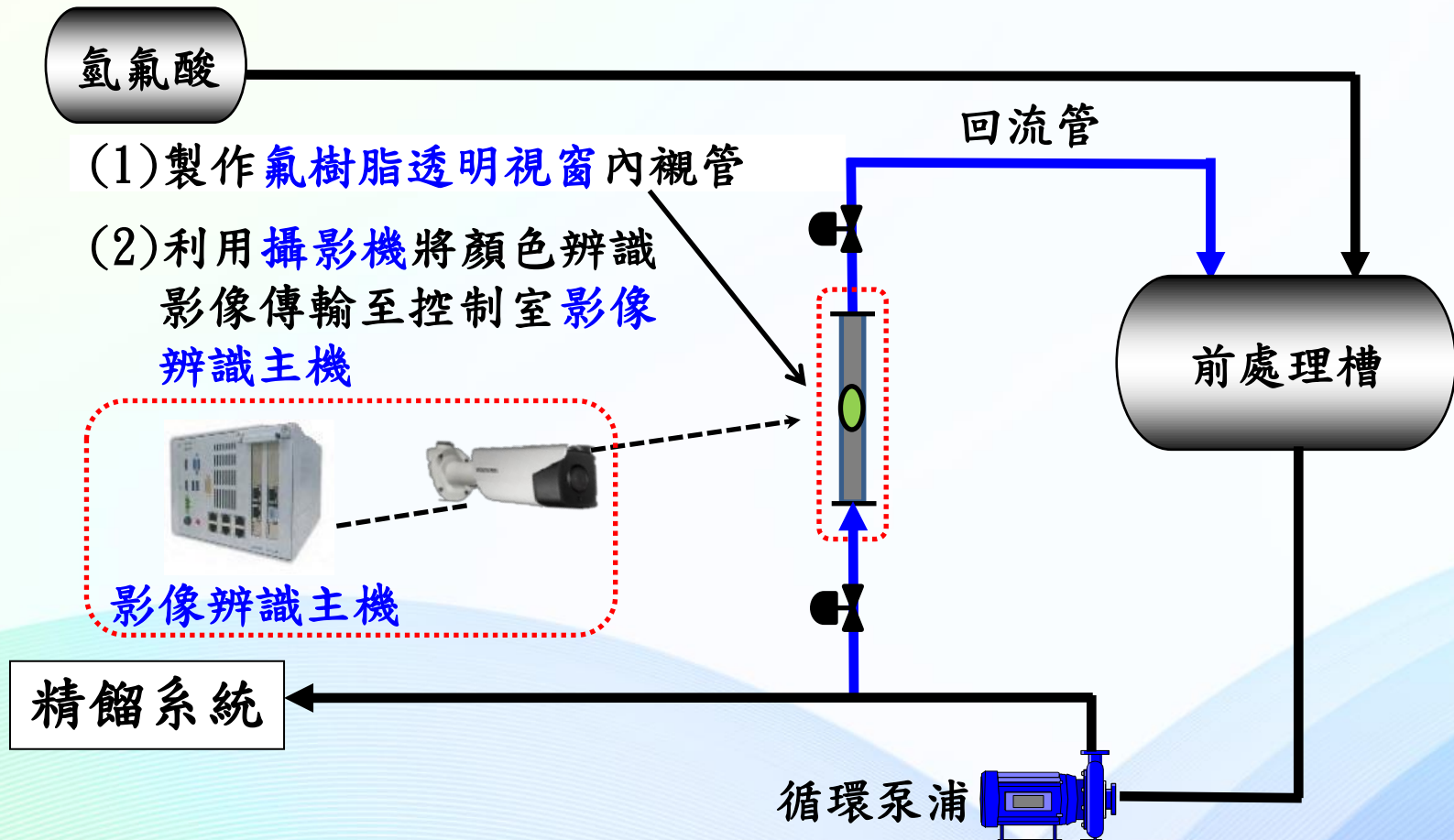
2. 製程說明與改善動機

- 為達到電子級氫氟酸不純物砷(As)含量小於3ppt之品質要求，現行技術將氫氟酸中之 AsF_3 (沸點 63°C)以高錳酸鉀(氧化劑)氧化為 KAsF_6 (沸點 400°C 以上)，以利後段精餾系統將砷(As)分餾脫除。
- 12小時氧化過程中，控制氧化劑(紫紅色)適當微過量，以確保 AsF_3 可完全反應為 KAsF_6 ，氧化反應後需人工現場分階段取樣確認樣品為紫紅色，以代表氧化劑適當微過量。
- 氫氟酸現場取樣風險較高，每日作業工時共需10小時。



3. 影像辨識方法

- 以攝影機直接擷取透明視窗管內流體顏色，因為氧化劑在原料中顯像為淺綠色（人工取樣加水後為紫紅色），人眼不易判讀其量與顏色之相對變化，故藉由影像辨識主機來判讀氧化劑是否適當微過量。



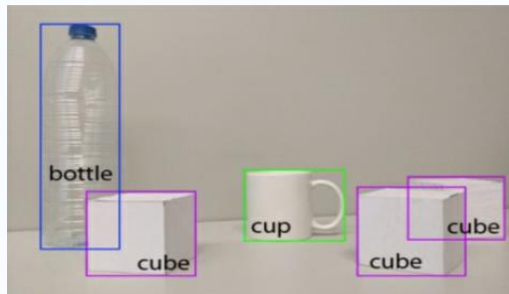
4.1 色彩辨識模型-選定

➤ 影像辨識較常用的色彩模型有以下三種：

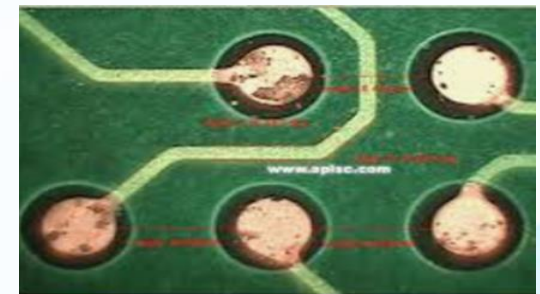
辨識濃淡量化
使用模型
色相-飽和度-明度
(HSV)



辨識多物件偵測
使用模型
三原色紅綠藍
(RGB)



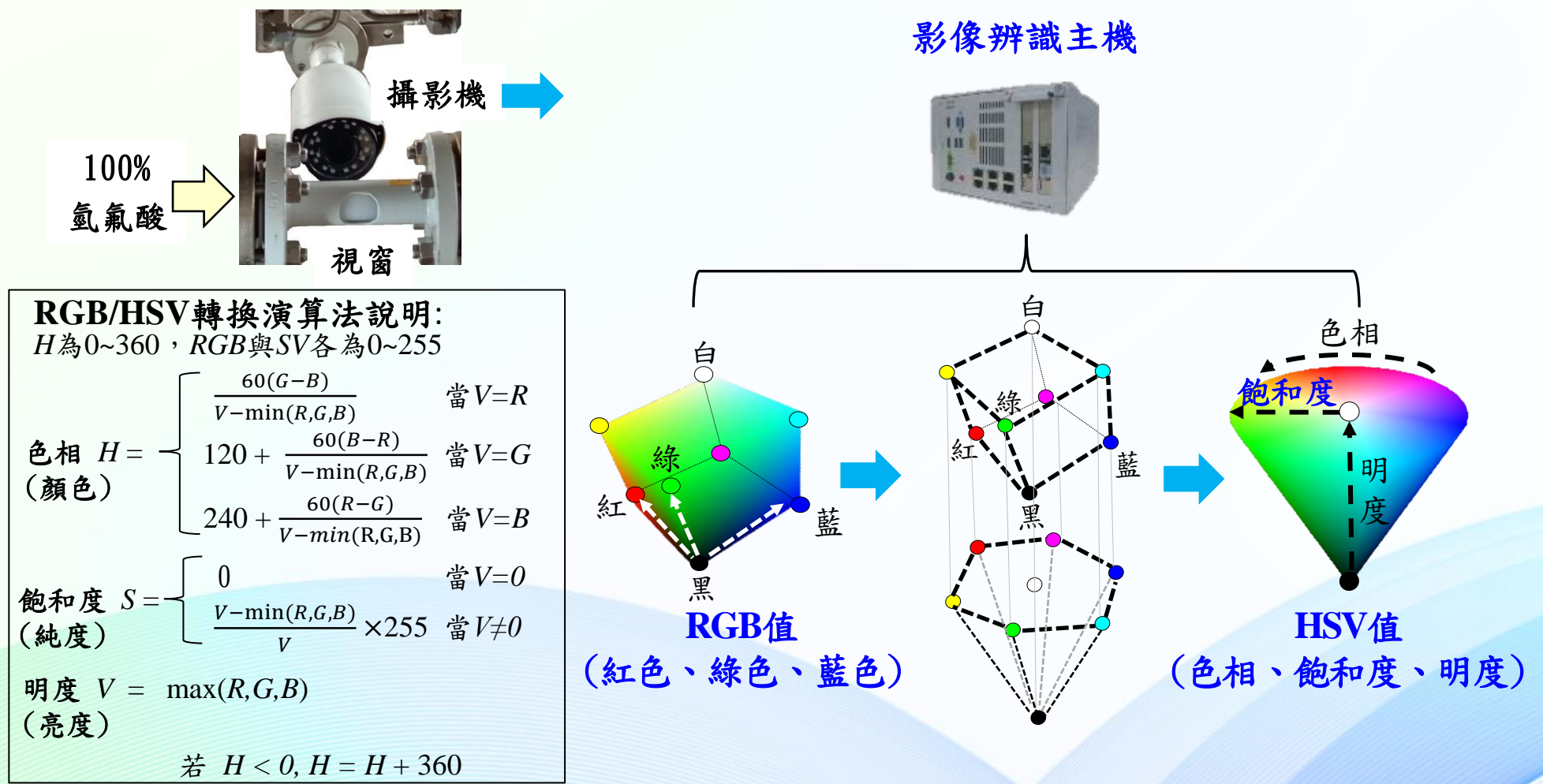
辨識邊緣或瑕疵
使用模型
灰階(Gray Scale)



➤ 本案辨識目標為氧化劑濃度變化，屬於濃淡量化檢測，因此採用HSV模型。

4.2 色彩辨識模型-辨識流程

- 1. 由攝影機擷取視窗影像經影像辨識主機取得RGB值 (紅色、綠色、藍色)。
- 2. RGB(紅色、綠色、藍色) 色彩模型轉換成HSV(色相、飽和度、明度)。

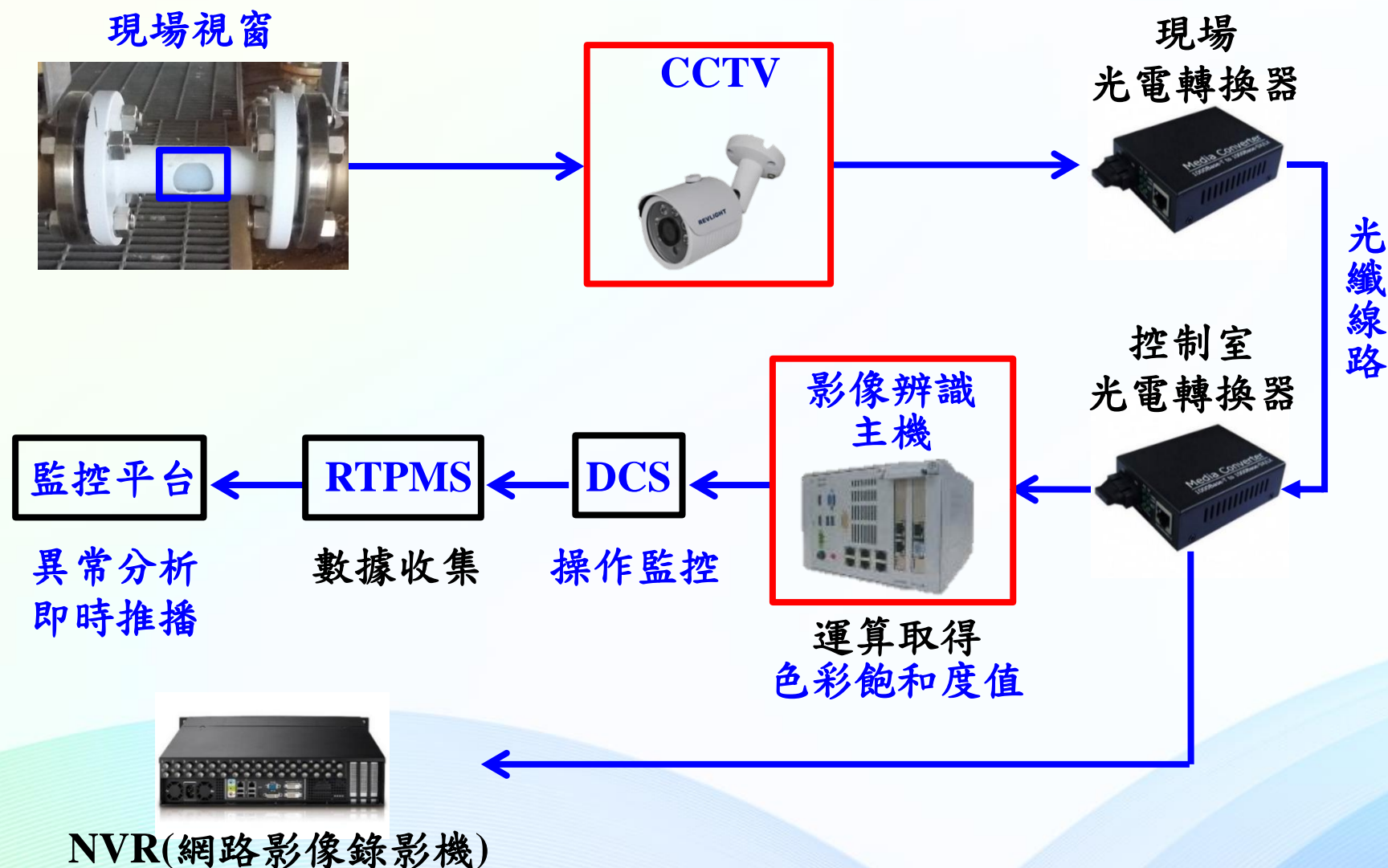


4.3 色彩辨識模型-選用飽和度

- 攝影機擷取畫面後，經由影像辨識主機換算出在色相、飽和度及明度的量化數值。其中以飽和度的量化數值差最大，最能識別出反應初期至後期的氧化劑濃度變化。
- 控制反應後期色彩飽和度值維持在50~100。

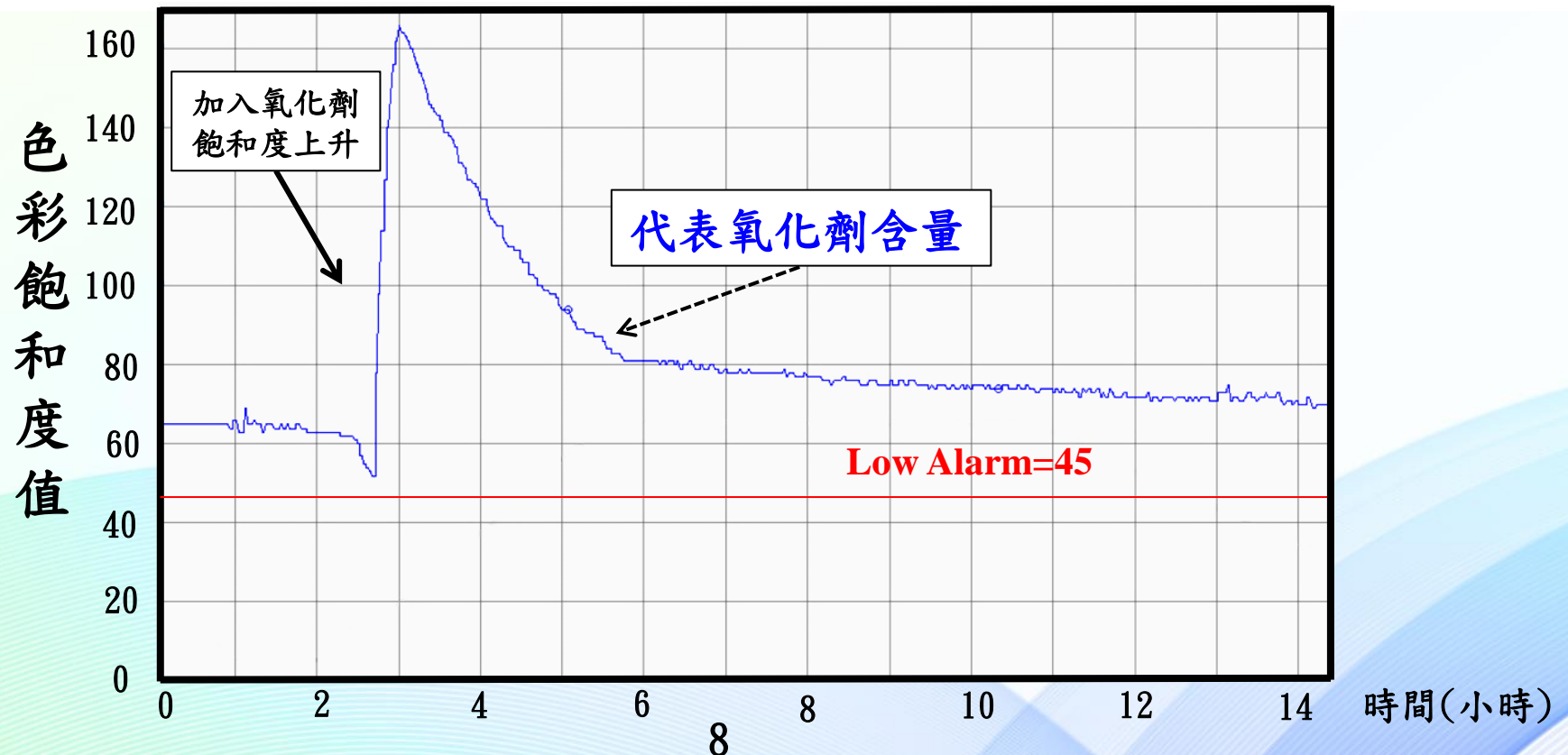
製程狀態	色相(H) 範圍: 0~360°	飽和度(S) 範圍: 0~255	明度(V) 範圍: 0~255
反應初期 (A)	41°	173	130
反應中期	37°	81	137
反應後期 (B)	35°	75	139
差異率 $= \frac{ (A)-(B) }{\text{範圍}}$	1.7%	38.4%	3.5%

5. 影像辨識系統架構



5.1 影像辨識系統-上線驗證比較

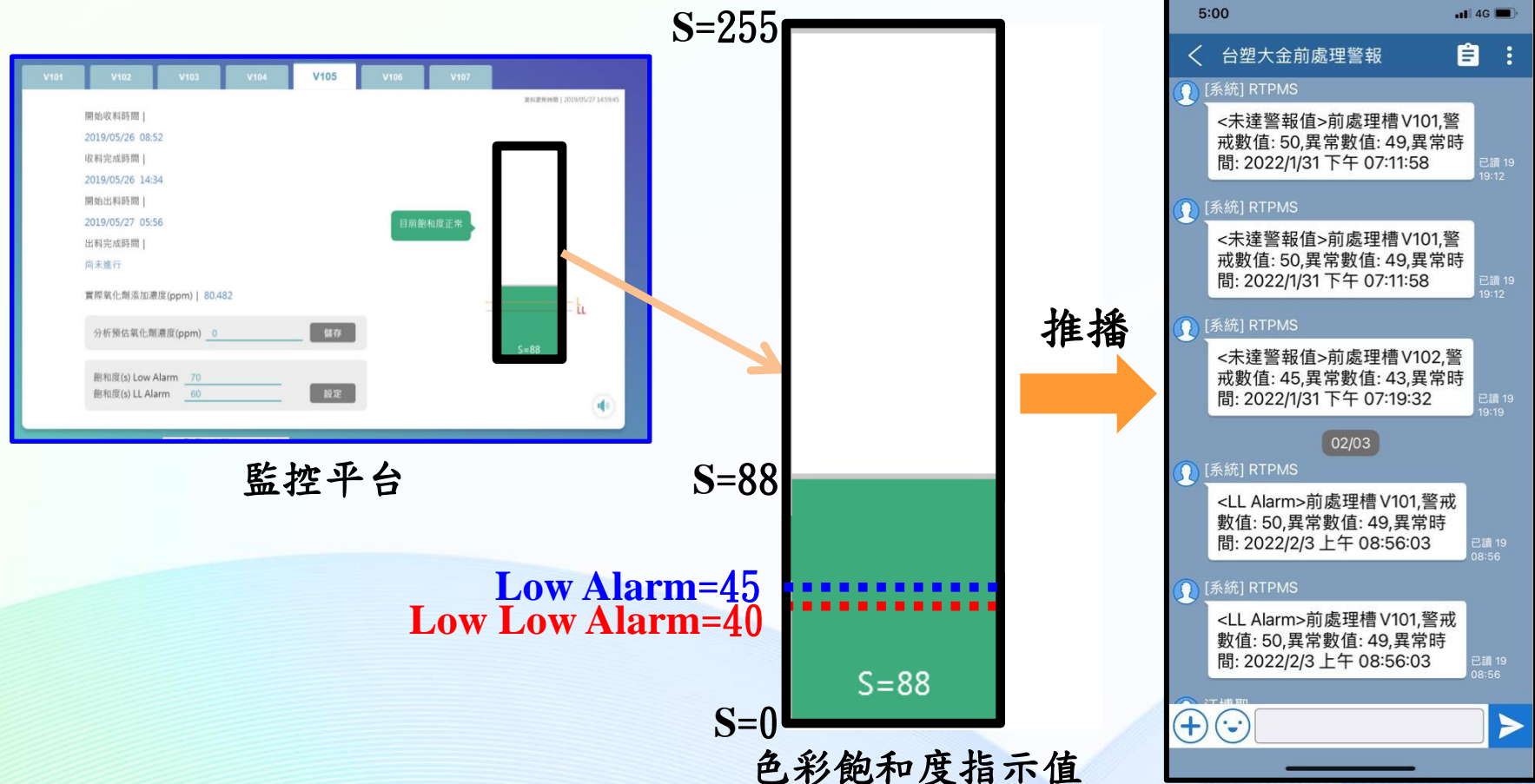
- 前言：為確保成品砷(As)含量在3ppt以下，代表氧化劑含量之色彩飽和度值需控制在45以上，且反應時間需12小時。
- 改善前：在氧化反應過程中，作業員需著C級防護衣於取樣箱每3小時取100%氫氟酸原液，再加水稀釋20倍，依顏色判讀加入的氧化劑是否微過量。
- 改善後：可取代現場取樣，並連續監控色彩飽和度值在反應階段中之趨勢變化，以確認氧化劑是否微過量。



5.2 影像辨識系統-管理應用

➤ 在RTPMS建置監控平台。

1. 即時監控色彩飽和度趨勢變化，並設定色彩飽和度警報值，提供盤控人員即時應變處置。
2. 警報發生時同步推播到台塑群組網，以利異常管理。



6. 效益說明

➤ 投資費用：2,852千元。

1. 攝影機+影像辨識主機+軟體設計：1,664千元。

2. 透明視窗內襯管+遮斷閥：1,188千元。

➤ 無形效益：

以更人性化影像辨識系統自動連續監測，取代高風險及高頻率的開放式人工取樣作業，確保取樣作業安全。

➤ 年效益：541千元。

1. 節省廢水處理費用：

44.55噸 × 2,000元/噸=89千元。

2. 節省氫氟酸原料：

4,950公斤 × 55元/公斤=272千元。

3. 平行展開至大發廠

預估效益:180千元。

➤ 回收年限：5.3年。

7. 結論及後續推動事項

- 仁武廠兩套製程的前處理系統，已於2021年1月上線取代人工開放式取樣作業，目前正常使用中。
- 本系統將平行展開至電子級氫氟酸大發廠的製程應用。

台塑大金精密化學股份有限公司

報告完畢

恭請指導

附件. 英文專有名詞資料表

英文名詞	英文全名	中文名稱	說明
NVR	<u>N</u> etwork <u>V</u> ideo <u>R</u> ecorder	網路影像錄影機	為具有遠端監控的錄影，其將監視攝影信號透過網路連結，成為遠端監控錄影之系統設備。
RTPMS	<u>R</u> ea <u>-</u> <u>T</u> ime <u>P</u> ro <u>d</u> uction <u>M</u> an <u>a</u> ge <u>m</u> en <u>t</u> <u>S</u> ystem	即時生產管理系統	即時生成管理系統是指透過網路將生產廠之分散控制系統、工安環保監測、質量、保養等系統的數據集中收集至單一的實時數據庫內，配合人機介面設計及統計分析軟件，設計出各種功能與報表，提供各級主管重要生產管理決策信息。
HSV	<u>H</u> ue, <u>S</u> aturation, <u>V</u> alue	色相、飽和度、明度	是一種將三原色：紅色、藍色及綠色之色彩模型中的點在圓柱坐標系中的表示法。

附件. 英文專有名詞資料表

英文名詞	英文全名	中文名稱	說明
RGB	<u>R</u> ed, <u>G</u> reen , <u>B</u> lue	三原色光模式	是工業界的一種顏色標準，是通過對紅色、綠色、藍色三個顏色通道變化以及它們相互之間的疊加來得到各式各樣的顏色。
CCTV	<u>C</u> losed- <u>C</u> ircuit <u>T</u> ele <u>v</u> ision	閉路電視	是指在特定的區域進行視訊傳輸，並只在固定迴路裝置裡播放的電視系統。
DCS	<u>D</u> istributed <u>C</u> ontrol <u>S</u> ystem	分散式控制系統	是工廠或是製程中使用的電腦化控制系統，一般其中會有幾個控制迴路，自主的控制器分散在系統中，沒有中央操作員的監控。