

電解槽節電優化操作改善

台塑公司塑膠部麥寮鹼廠

一、前言

麥寮鹼廠以純鹽水（原料為海鹽）、純水為電解槽入料，通入直流電電解（此用電亦屬原料），生產液鹼（NaOH）、氯氣（Cl₂）及氫氣（H₂）等主要产品，反應式如下：

電解



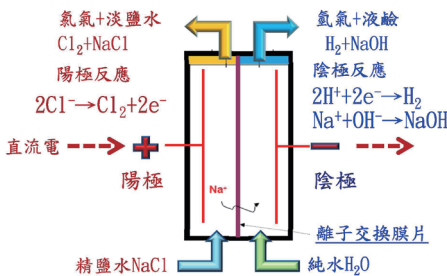
電解過程需要消耗大量的電力，以本廠設計年產能一百萬三十三萬噸鹼為例，在滿載下，若生產一噸鹼可降低一度用電，則每年節電量即達一百萬三十三萬度，效益龐大。

本文即在介紹麥寮鹼廠以工業4.0的手法，收集電解槽操作的大數據，進行分析得到各電解槽的性能曲線，最佳化操作六十四座電解槽，達到每年節電四百四十萬度的成果。

二、電解槽節電優化改善內容

1. 電解原理說明

本廠採離子交換膜法電解產生液鹼，依照法拉第電解定律，通入直流電一仟安培·小時的電量，可以產生一·四九二公斤的液鹼，如下圖：



圖一 離子交換膜法電解生產液鹼原理

2. 改善前電解槽節電的操作方式

(1) 尖離峰操作：

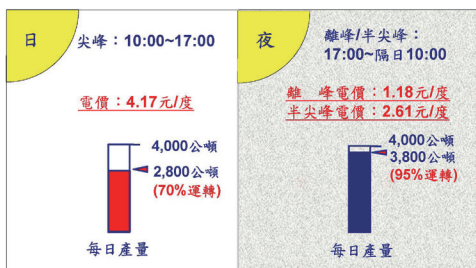
由於電解使用的電亦屬於原料之一，在液鹼產量相同情況下，電價愈低就能夠減少製造成本，特別在夏月時（每年六月，九月）尖峰電價每度高達四·一七元，而離峰電價每度一·一八元，半尖峰電價每度二·六一元；本廠採尖離峰操作來節電成本，在尖峰高電價時，降量運轉，離峰、半尖峰低電價時，提升產量操作，如下圖：

(2) 等電壓操作：

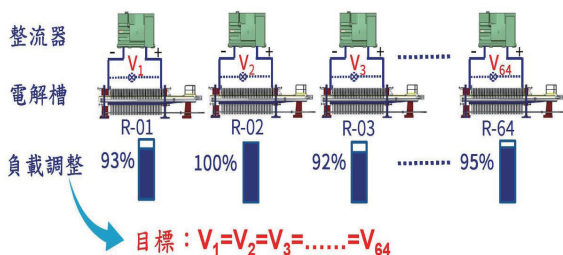
在每日產量設定後，不改變前提下，盤控人員必須進一步微調各電解槽的負載，使各槽電槽測值相同（ $V_1=V_2=V_3=...=V_{64}$ ），則視為單位用電相同，來達到節省用電的效果，如下圖：（ ∇ 表示個別電解槽運轉的平均電壓）

3. 改善後電解槽節電最佳化操作

等電壓操作方式乃是將各電解槽的電流效率視為相同，實際上每一座電解槽的性能，會因電極、膜片、運轉時間差異而有所不同，也就是



圖二 尖離峰操作，高電價降量，低電價升量



圖三 等電壓操作，微調各槽電壓測值相同，達節電效果

說採等電壓操作，並未達到節電最佳化，計算公式如下：

$$\text{單位用電量(度電/噸鹼)} = \frac{V * 1,000}{1.492 * \text{電流效率(CE)}}$$

為進一步達到節電最佳化效果，根據上面的計算公式，本廠利用大數據技術分析，調整各電解槽最接近等單位用電量，作法說明如下：

(1) 小槽平均電壓 (V)

以線性迴歸數據（一槽需擷取電解槽近期二·九七萬筆運轉數據），建置各電解槽

即時性能方程式，

$$V = A + K * I$$

負載 (%)，

其中 A 為

電極性能

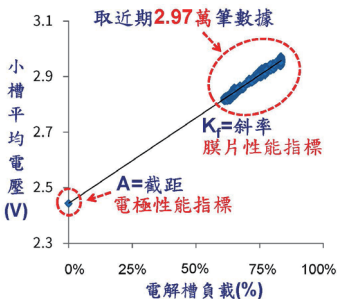
指標，K 為

則為離子

交換膜性

能指標，

如下圖：



圖四 取近期大數據分析，得到各電解槽即時性能方程式

(2) 電流效率 (CE)

本廠每季取樣送檢驗中心分析氯氣中不純物的含量，求得電解槽電流效率 (CE) 數據，並輸入 RTPMS 供程式導入運算。

(3) 等單位用電量負載

雲端程式自動模擬目標產量下，採最佳化計算出各電解槽等單位用電量的負載，供盤控員於 DCS 輸入設定。

三、改善效益

1. 一〇六年正式使用，第一季節省電解用電量四度電\噸鹼，效益：

一，五月份液鹼實際總產量五十七萬九千噸

四度電\噸鹼 * 五十七萬九千噸

≡ 兩百三十萬度電

全年預估節電四百四十萬度

2. 相當 CO₂ 減排量：兩千八百二十四噸 CO₂/年

四百四十萬度電 * 年 * 〇·六三八公斤 CO₂/度

電 * 一噸\一千公斤 ≡ 兩千八百二十四噸 CO₂ 年