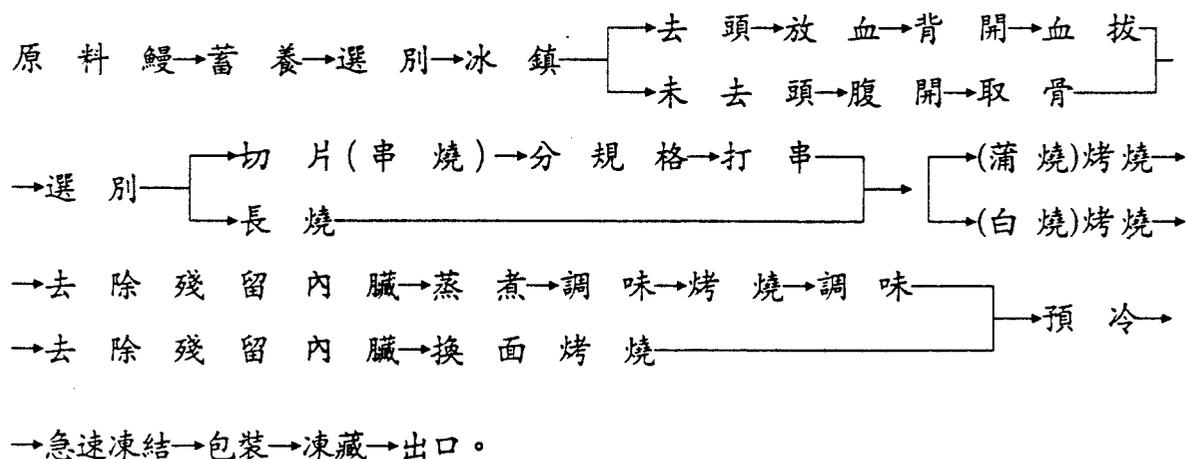


第十二章 鰻魚加工廠空調與冷凍系統之改善

工業技術研究院 能資所 郭儒家

一、前言

目前冷凍烤鰻加工廠大都生產白燒鰻及蒲燒鰻兩大類，蒲燒鰻是為白燒鰻之再加工品，其加工過程與白燒鰻類似，但增加3~4次調味及再烤燒的步驟，而目前各工廠之加工流程綜述如下：



其中調理鰻之烤燒調味處理中，烤燒室空調條件與烤鰻之品質、省能源及工作人員效率息息相關；預冷設備的安排設計與條件之選定、凍結設備與凍藏設備之保養與正確的使用等均有必要輔導，而且仍有極大的改進空間，對於降低生產成本、提高品質以及市場競爭力均有正面

的功效。本文主要就冷凍烤鱈加工廠現存之空調與冷凍系統方面的待改進處，提出見聞並謀改善之道，希與諸先進及同業共同降低冷凍鱈加工成本及提高產品品質。

二、烤燒室空調系統改善

烤燒室主要在處理烤燒、除殘留物、換面烤燒、蒸煮、調味（甚至預冷）等過程，為生產上極重要的實踐區，不但維繫了產品的品質與產能，更關切著成本（能源效率）、管理（工作效率）之好壞。然而此處既潮濕且燥熱，又因衛生要求而通風不良，使得人員工作效率不彰，非得應用空調系改善不可，目前大部份加工廠烤燒室空調設計不理想，有以下缺失：

- (一) 烤燒爐與蒸煮爐無隔熱或隔熱不良。此為造成烤燒室燥熱之元凶，宜加強熱源隔熱，不但可使爐內溫度分配較平均、減少能源浪費、更可降低烤燒室的溫度，兼顧品質、成本、與效率。
- (二) 工作人員附近加裝冷氣。雖然這可增加人員的工作意願，但是非治本之道，環境的熱沒有排除卻以會耗用強大電力所產生的冷氣來局部降溫，這不但會增加電力成本，更會因冷氣管之凝結水滴入製程而影響產品品質，宜徹底改善環境通風，並在必要冷氣管上進行隔熱處理。
- (三) 通風不良與開放環境。由於食品衛生的要求而將烤燒室密封不與外界交通，使室內溫度不斷升高，而部份廠家更索性大開門窗以求通風舒適，這都是過與不及的作法。宜做整體性的空調與通風改善設計，講求溫度、濕度、風量、濃度之最佳化。
- (四) 空調設備與器具與保養。這造成設備效率低落、細菌孳生，而降低品質、徒增成本，因小失大。

總之，烤燒室之空調改善應作正本清源、徹底改善，除了爐具的隔熱、器具的保養之外，最重要的觀念與方法為：

1. 疏散熱氣：疏散烤燒室的熱氣才是治本之道，這不斷由烤燒爐與蒸煮爐散發出的熱氣若不先加以排除，即使再加裝冷氣來降溫也是枉然，可利用排風管與排風扇將熱氣排出室外，當然這同時要考慮風量大、風管尺寸、吸風口位置與大小的設計安排。

2. 維持正壓：熱風被排出，室內必成負壓，會造成外氣由隙縫入內，這便會引進細菌，危害品質，所以還須安設抽風裝置以維持密閉室內正壓，而此換氣量須考慮烤爐氧氣消耗量，人員舒適換氣量，與維持正壓風量。
3. 引入外氣：爲了維持正壓須引入外氣，一般而言，烤鰻加工廠的烤燒室溫、濕度遠高於外氣，因此引入外氣基本上已達環境尚可的地步，值得注意的是不能單純直接的引入外氣，而需加裝紫外線殺菌燈及空氣濾材，以確保外氣合於衛生要求。
4. 輔以冷氣：爲了提高室內的舒適度可再配合冷氣機將完成殺菌及濾塵的外氣導入冷氣機回風處，經冷氣機降溫除濕後由送風口吹進室內。最好不要利用一般空調回風冷卻方式，將室內氣流循環冷卻，這一方面因室內溫、濕度高於外氣，徒增冷氣機耗電，另一方面室內攜菌空氣未排出而一直經冷氣機循環利用會急速增加線上與空中落菌數，損傷產品品質。
5. 注意小節：其他諸如出風口與排氣口的裝設位置、出口導風片設置、天花板樑與室內阻擋物的影響、室內排出溝（口）的影響、風扇噪音的影響等細節都會左右品質、成本與效率，不可不慎。

另，「降低冷凍烤鰻加工成本計畫」技術服務團對佳辰實業所進行之烤鰻室空調改善實例，可供同業參考應用。

三、預冷設備之設計改善

經烤燒或蒸過之鰻片溫度很高。以水蒸氣分壓來看，在60℃之鰻片，其表面水蒸氣分壓在149.5mmHg，如果不經預冷，直接進入-40℃之凍結設備時，水蒸氣分壓爲0.142mmHg，由該水蒸氣分壓之差來看，鰻片表面會很快地發生蒸發，造成失重（步留下降）及皮層結霜之不良現象。以凍結設備之負荷來看，由高溫降到所定之溫度（-18℃以下），所需取走之熱量較大，凍結之負荷增加，進而增長凍結時間或無法達到所定之溫度，影響品質至巨。以衛生之立場來看，則出烤燒爐後進入凍結之前以空氣冷卻或以風扇強制吹冷，易造成落菌之污染。因此凍結前有必

要實施預冷，使凍結前之品溫降至 10°C 以下，以降低凍結過程中之失重且可縮短凍結時間，尤其對使用液態氮或二氧化碳凍結設備的工廠，更可減少液態氣體的消耗量以降低生產成本，並可減少鱈片之水分蒸發，提高製成率。

在預冷過程中，為避免溫度過低（如空氣溫度低於 -3°C ），宜利用中壓段接連冷風發生器，使冷媒之蒸發溫度在 -10°C 左右，則冷風出口溫度約在 -5°C ，進入預冷隧道內約在 $-3\sim-2^{\circ}\text{C}$ 之間，如此可避免表層產生緩慢凍結之現象。在設計上，冷風宜採用循環系統，並加過濾板，使預冷用之冷空氣常維持在乾淨之狀態，如此可以防止污染，避免衛生上之顧慮，而且可以省能源。有些業者採用冷風預冷，但並非循環方式，雖亦可達預冷之效果，但是在能源上形成浪費。預冷設備之設計，以鱈片出口時之品溫降至 10°C 以下為宜，因在 10°C 下，鱈片表面水蒸氣分壓概為 9.2mmHg ，則迅速地進入 -40°C 之凍結設備中，其水蒸氣分壓差別不大，因而降低鱈片之水分蒸發，以提高製成率及避免表層結霜現象。

以外，在冷風發生器的設計，還可採用雙蒸發器系統設計，由於預冷箱（設備）作用時，結霜的情形無可避免，為了使預冷箱連續運轉，可採用兩組蒸發器交替運作，未工作者則行熱氣除霜，使之形成為冷凝器功用，既省能源，又能長期運作。另外，預冷過程中一定要注意防止細菌污染，預冷箱或室之製作要以容易清洗為要件，每天使用後一定要徹底清洗。

四、冷凍系統之改善

(一)凍結設備

目前所採用之凍結方法有傳統隧道式個別快速凍結（I.Q.F）及螺旋送風式個別快速凍結（spiral conveyer air blast freezer）法為主，但也有使用液態氮或液態二氧化碳凍結設備者，凍結應在三〇分鐘內使鱈片中心溫度達到 -18°C 以下。液態氮或二氧化碳凍結法速度較快，但成本亦較高。

目前急速凍結設備依廠商不同而異，有螺旋式、隧道式等送風式凍結

設備以及液態氣凍結設備，但部份工廠之使用並不適當，造成能源浪費，壓縮機之維護欠佳，若加以改善，對降低生產成本將有正面影響。

(二) 凍藏設備

凍藏室一般依廠牌不同，其設計之格式亦異。目前有：各個凍藏室分別安裝冷凍機之單體式以及中央機房控制式居多，但冷排大都是送風式蒸發器為多。以包裝過之冷凍烤鱈而言，凍藏過程中之脫水現象較易控制，但是凍藏溫度及凍藏時溫度之變動均會影響冷凍烤鱈之品質。亦即凍藏溫度須維持在 -20°C 以下（最好 -35°C ），因烤鱈脂肪含量高，易產生變色，損失風味等，且溫度變動儘量少，避免冰晶之成長，影響其品質。一般而言，溫度變動最好在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 之範圍，但在 -20°C 以下之低溫貯藏時，溫度變動以不超過 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 為理想。也就是儘量避免不必要的庫門開啟，包裝好之成品宜設小口進貨，則可避免熱量之滲入，影響庫溫。另外庫內溫度控制之靈敏度須高，則可有效地控制溫度變動之幅度及頻率。

目前部份工廠之凍藏庫保溫壁保溫不良，冷排之除霜控制不佳造成能源浪費，如能輔導改進將可適度地降低成本。

(三) 冷凍系統節約能源要領

依目前冷凍食品工廠之冷凍系統運轉狀況而言，可節約能源之處很多，茲列述如下：

1. 改善除霜系統：尤其管棚式冷凍設備，因除霜不易，經常結霜甚厚而影響冷凍效果，宜改用鰭片式冷凍管排，並配以自動除霜系統。
2. 提高冷媒蒸發溫度：就壓縮機效率而言，蒸發溫度每提高 1°C ，冷凍能力可提高 1.5% 左右，當然，在冷凍系統與負載平衡之條件下，欲提高蒸發溫度需相對的提高熱交換效率，因此選用高效率之冷凍管排或減少回流管冷媒之壓降均能提高壓縮機之效率。
3. 配置適當的附屬設備：冷卻水泵、冷卻水塔等之容量應配合實際需求，不宜超大，據現場測試結果，曾有 20RT 之冷凍系統卻配置了 75RT 之冷卻容量，相當的浪費能源。
4. 採用高效率之壓縮機：冷凍系統中以耗電論，壓縮機佔了最大部

- 份，而有不少老式壓縮機仍在使用中，其效率極差，因以經評估後效率太差者，應予以汰舊換新。
5. 減少管路與庫體之熱損失：包括低壓儲液槽、低溫管路與庫體等之絕熱處理，應採用低熱傳係數之材料，依目前之發展狀況，可使用PU發泡材直接噴敷施工，以改善施工不良而致滲水破壞絕熱之情形。
 6. 採用自動控制系統：以溫度或蒸發運轉條件，來控制多機並聯系統之起動與停機，避免人為操作之誤失。
 7. 減少外氣的滲入：加裝塑膠門簾及管制冷凍庫門或加設自動關門設備均可節省大量的能源。
 8. 選用高效率省能源之急速凍結設備：就熱傳導速度而言，直接接觸式較強制通風循環式之凍結速度快，且可減少能源之損失，此外，先經預冷再施以凍結之過程較直接施以凍結之處理省電。
 9. 廢熱回收之利用：冷凍系統利用冷媒實施熱傳遞，將低溫部份之熱量，藉著加入之功，轉送到高溫處，再利用空氣或水予以散熱，以冷卻水塔而言，如蒸發器部份吸收了 3000kCal/hr 的熱量，在冷卻水塔處約需散走 4880kCal/hr （以 -30°C 蒸發溫度、 35°C 冷凝溫度為例）之熱量，非常可惜，可充份利用在預熱鍋爐給水、供應殺菁或其他用熱水。
 10. 減少不必要的熱傳面積：如冷凍系統與冷凍庫、凍結設備之間距離愈近愈好；冷凍庫內有效容積愈大愈好，亦即庫內高度儘可能的挑高，增加了使用容積，減少了相對的傳熱面積，當然比較省電；此外主機房保持良好的通風，減少壓縮機馬達的溫升，亦是很有有效的省能方法。

五、結 論

目前我國的冷凍烤鱈加工業，已經具有良好的基礎，並且經獨佔了日本的進口市場，為使本項產業能夠繼續蓬勃發展，目前由於南部地區嚴重地層下陷，國內養鱈業面臨漁業政策的調整，市場過分依賴於日本，以

面臨中國大陸的強烈競爭等不良環境下，今後台灣鰻魚加工業將要面臨一個新的挑戰。此皆有賴於業者、學界及政府相關單位重視並解決此困境。

本文特別就冷凍鰻加工廠現存空調與冷凍方面的問題點提出看法，並對烤燒室空調改善及凍結、凍藏與相關冷凍系統提出改善意見，謹對冷凍烤鰻業競爭力之提升盡一己棉力，還望先進不吝賜教。