

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書

(出國類別：研習)

揮發性有機空氣污染逸散防制技術 報告書

出國人：服務機關：中油公司總公司

職務：組長

姓名：蔡永銘

出國地點：日本

出國期間：89年12月07日至12月14日

報告日期：90年03月09日

公務出國報告提要

報告名稱:

揮發性有機空氣污染逸散防制技術

主辦機關:

中國石油股份有限公司

聯絡人 / 電話:

戴曉璐 / 23126623

出國人員:

蔡永銘 中國石油股份有限公司 工安環保處 組長

出國類別: 實習

出國地區: 日本

出國期間: 民國 89 年 12 月 07 日 - 民國 89 年 12 月 14 日

報告日期: 民國 90 年 03 月 09 日

分類號/目: G13 / 工業安全及衛生 G13 / 工業安全及衛生

關鍵詞: VRU,R

內容摘要: 自環保署於 86 年 2 月 5 日正式發佈實施「揮發性有機物空氣之污染管制及排放標準」以後,本公司揮發性有機氣體逸散防制問題就顯得非常重要,高廠及油庫之油槽儲存油灌車、油輪操作時所排放之 VOC 回收設備(VRU)之裝設,已成為刻不容緩的課題。但是,何種方式的回收設備較適合現場需要,則是選擇時重要的參考因素。目前 VOC 之防制技術主要有吸收式、活性碳吸附式、冷凝式、焚化式及吸收-薄膜-吸附式五種。本次前往日本石油公司等研習中,發現日石儲運站都以裝置 NKK 的薄膜式 VRU 為主。此方式的回收設備,揮發性有機物排放削減率在 95% 以上,甚至高達 99%,顯示去除效果很好。且由於維護保養簡易,故障率低,操作人力中,幾乎可以遙控方式操作,所以在人力日益減少之今日,更成為石化工業的最愛。

目 錄

| | |
|----------------------|----|
| 1.0 摘要及目的..... | 3 |
| 2.0 過程..... | 3 |
| 3.0 VOC 污染管制法規..... | 3 |
| 4.0 VOC 逸散防制技術..... | 4 |
| 5.0 冷凝式油氣回收原理..... | 5 |
| 6.0 薄膜式油氣回收原理..... | 8 |
| 7.0 其他油氣回收原理..... | 9 |
| 8.0 日本海上裝卸油料苯回收..... | 10 |
| 9.0 VRU 效率初探..... | 14 |
| 10.心得與建議..... | 15 |

1.0 摘要及目的

自環保署於 86 年 2 月 5 日正式發佈實施「發揮性有機物空氣之污染管制及排放標準」以後，本公司揮發性有機氣體逸散防制問題就顯得非常重要，煉油廠及油庫之油槽儲存油灌車、油輪操作時所排放之 VOC 回收設備(VRU)之裝設，已成為刻不容緩的課題。但是，何種方式的回收設備較適合現場需要，則是選擇時重要的參考因素。

目前 VOC 之防制技術主要有吸收式、活性碳吸附式、冷凝式、焚化式及吸收—薄膜—吸附式五種。

本次前往日本石油公司等研習中，發現日石儲運站都以裝置 NKK 的薄膜式 VRU 為主。此方式的回收設備，揮發性有機物排放削減率在 95% 以上，甚至高達 99%，顯示去除效果很好。且由於維護保養簡易，故障率低，操作人力中，幾乎可以遙控方式操作，所以在人力日益減少之今日，更成為石化工業的最愛。

此次研習目的，也就是各種 VOC 逸散防制技術加以探討及檢討，以做為本公司各單位改善 VOC 回收設備之參考。

2.0 過程

- | | | | | |
|----------------|----|-------|--------------------------------|-------------------|
| (1) 89.12.7 | 台北 | 東京 | 啟程 | |
| (2) 89.12.8~12 | 東京 | | 赴日石菱油工程公司、日本石油公司研習 VOC 法規及防制技術 | |
| (3) 89.12.13 | 東京 | Fukui | 東京 | 赴石油儲運站研習 VRU 吸附技術 |
| (4) 89.12.14 | 東京 | 台北 | 回程 | |

3.0 VOC 污染管制法規

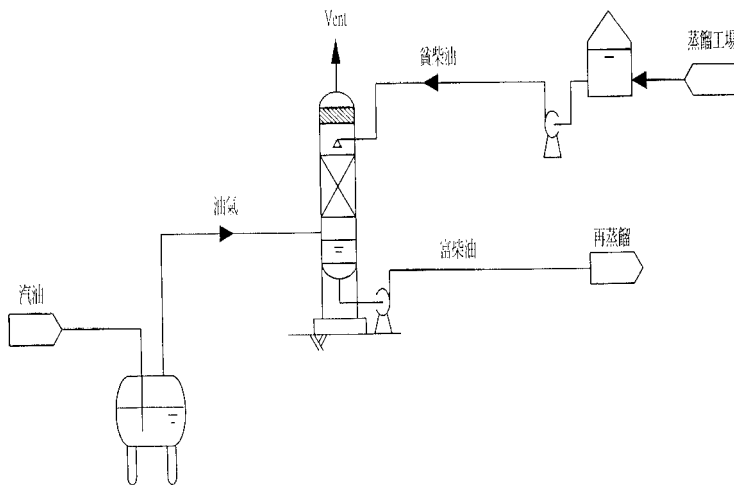
行政院環保署自民國 80 年 10 月開始進行「石油化學工業空氣污染管制規範研訂計畫」，並自 82 年 5 月起進行「台灣地區石化工業區工廠污染防制現場評鑑計畫」敦促石化工業加強污染改善工作。其後邀學者、專家組團一同赴美、日考察相關法規及執行情形，在多次諮商會、公聽會後、於 86 年 2 月 5 日正式發布實施「發揮性有機物空氣之污染管制及排放標準」，針對石化製程之廢氣燃燒塔、石化製程排放管道、設備元件，各行業之揮發性有機液體儲槽、及裝載操作設施，規定 VOC 去除率應在 90% 以上，及排放濃度限值應小於 150ppm（空氣氧化單元與蒸餾操作單元），或 200ppm（其他石化製程單元），但污染防制設備若操作破壞性物料回收處理方式者則去除率應大於 85%，濃度限值應在 300ppm 以下。容積在 100 立方公尺以上、蒸氣壓應在 210mmHg 之浮頂除儲槽，R 應大於 95%，排放濃度值應小於 150ppm，蒸氣壓應小於 26mmHg 者或小於 1000 立方公尺，210mmHg 者，加油站加油作業外，其他 VOC 裝載操作設施應

配備蒸氣收集系統連通至污染防治設備口。上述法規之內容，可知我國已嚴格管制 VOC 之排放

4.0 VOC 逸散防制技術

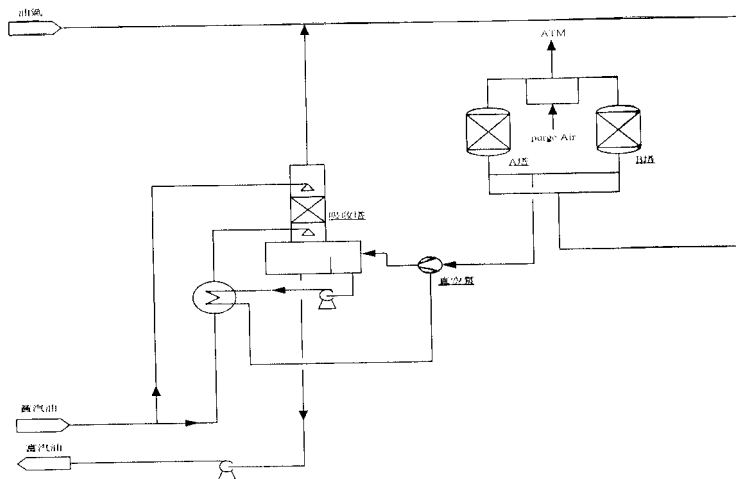
揮發性有機氣體 (VOC) 逸散防制，一般有下列幾種方式：

- 重油吸收式



圖一、重油吸收式

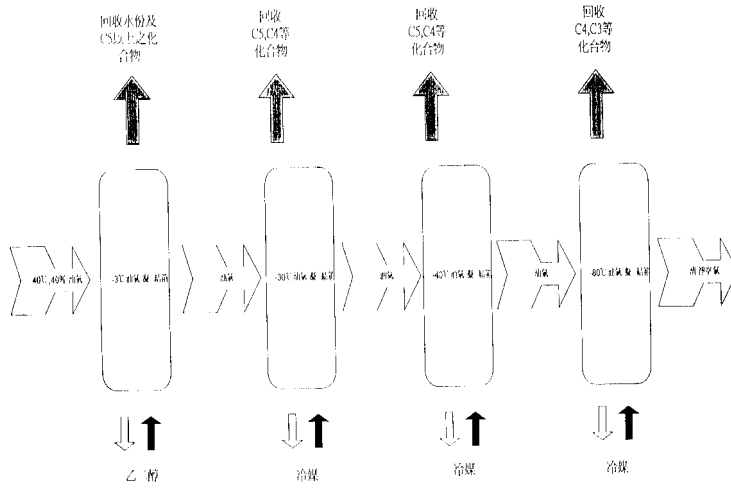
- 活性炭吸附式



圖二、活性炭吸附式

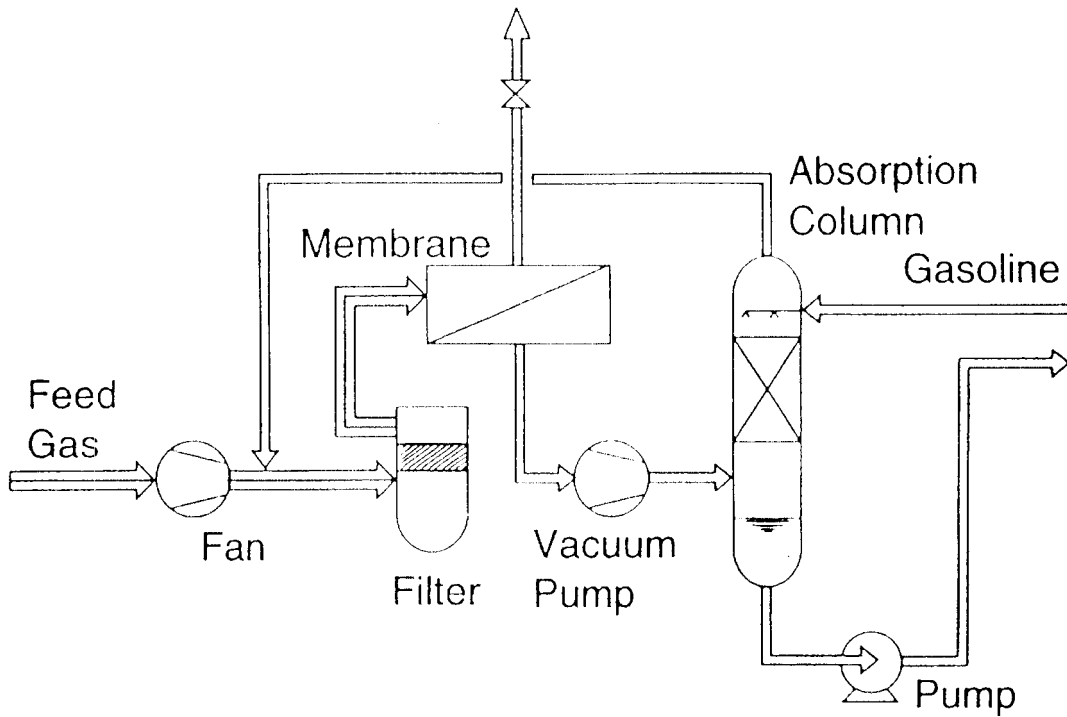
- 冷凝式

冷凝式油氣回收設備油氣流程圖



圖三、冷凝式

● 吸收—薄膜—吸附式



圖四、吸收—薄膜—吸附式

5.0 冷凝式油氣回收原理

所謂冷凝式油氣回收是指利用冷凍工程的方法，將油氣的熱量帶出，使油氣溫度達凝結點以下，進而由氣態轉變為液態以進行回收。油氣並不是一種純物

質，而是多種物資混和之複雜氣體，故欲將其冷凝要先探究其組成成分及特性。

當油槽灌油時，會將原有空間之油氣循回收管線排至本機組，經過本機組處理後，可將水氣及油氣冷凝成液態。加以回收或排放，將乾淨之空氣排至大氣中。常壓冷凝式油氣回收處理方式，所用之冷凍機組為循環式冷凍機組，冷媒不和油氣直接接觸，正常使用下，冷媒不會洩漏至大氣中。

理論上若是將油氣加壓，可提高其凝結溫度，但氣體在加壓過程中溫度會升高，若是控制不完善使氣體濃度、溫度皆處於爆炸範圍內，極易引起氣爆而造成人員、機具之損傷，故加壓式並不適合油氣回收之運用。

5.1 冷凍原理

所有冷凍系統皆取決五個熱定律：

- 1.液體汽化時吸收熱量。氣體液化時放出熱量。
- 2.流体在恆定壓力下發生狀態變化時其溫度不變。
- 3.熱量只能從高溫物體傳向低溫物體（從熱到冷）。
- 4.蒸發器和凝結器都使用高導熱率的金屬材料（銅、黃銅、鋁）。
- 5.熱能和其他形式的能量可以相互轉化，如電能可以轉化為熱能；熱能可以轉化為電能；熱能又可以轉化為機械能。

本機組即利用電能轉換為機械能將冷媒加壓提高其壓力及溫度，在使用低溫之冷卻水將冷媒之熱量與大氣環境進行熱交接，並使冷媒發生相態之變化。再將液態之冷媒送入蒸發器中，使冷媒快速汽化，進而帶出大量之熱量。

5.2 各階段冷凝系統

本機組為針對油氣特性、結霜及省能，而設計為四階段冷凝，以符合需求。茲分述如下：

5.2.1 第一階段（-3℃）冷凍系統

本階段冷凍系統是使用全密閉壓縮機做為動力來源，冷媒使用 R22 或 R507。壓縮機選用之理由是低容量之全密閉壓縮機有耗能少、噪音低、體積小、故障率低之優點；而冷媒的選用則是考慮到適合-3℃±5℃ 這個溫域且效率較好之環保冷媒。

當冷媒從高壓端出口流出時，其工作壓力於 150PSI~250PSI 之間，這種狀態下的冷媒凝結溫度在 40℃ 左右。因此藉由冷卻水系統所提供之 35℃ 之冷卻水，可將冷媒冷卻為液態，液態冷媒進入蒸發器中迅速膨脹為氣態，將乙二醇之熱量帶出，使其溫度保持在-3℃±5℃，冷凍過之乙二醇再泵向油氣凝結箱中，將油氣之熱量帶出，使油氣之溫度下降至 0℃±2℃ 此時大部分之水氣將冷凝為液態，一部份分子量較大之油氣分子也將被冷凝為液態。

此階段冷凝之液體將送至緩衝箱，再至油水分離箱做油水分離處理後，將純淨之回收油泵回油槽，而凝結水則排至廠區油水分離系統。處理過之油氣將送至第二階段系統，繼續下一階段處理。

5.2.2 第二階段 (-30) 冷凍系統

本階段冷凍系統是使用半密閉式壓縮機做為動力來源、冷媒使用 R507。壓縮機選用之理由是低容量之半密閉壓縮機有耗能少、噪音低、體積小、故障率低之優點；而冷媒的選用則是考慮到適合-30 ±5 這個溫域且效率較好之環保冷媒。

當冷媒從高壓端出口流出時，其工作壓力於 150PSI~250PSI 之間，這種狀態下的冷媒凝結溫度在 40 左右。因此藉由冷卻水系統所提供之 35 之冷卻水，可將冷媒冷卻為液態，液態冷媒進入蒸發器中迅速膨脹為氣態，在油氣凝結箱中，將油氣之熱量帶出，使其溫度保持在-25 ±2 。此時大部分之水氣將冷凝為液態，一部份分子量較大之油氣分子也將被冷凝為液態。

此階段冷凝之液體將送至緩衝箱，再至油水分離箱做油水分離處理後，將純淨之回收油泵回油槽，而凝結水則排至廠區油水分離系統。處理過之油氣將送至第二階段系統，繼續下一階段處理。

5.2.3 第三段 (-40) 冷凍系統

本階段冷凍系統是使用半密閉式壓縮機做為動力來源、冷媒使用 R507。壓縮機選用之理由是中低容量之半密閉壓縮機有耗能少、噪音低、體積小、故障率低之優點；而冷媒的選用則是考慮到適合-40 ±5 這個溫域且效率較好之環保冷媒。

當冷媒從高壓端出口流出時，其工作壓力於 150PSI~250PSI 之間，這種狀態下的冷媒凝結溫度在 40 左右。因此藉由冷卻水系統所提供之 35 之冷卻水，可將冷媒冷卻為液態，液態冷媒進入蒸發器中迅速膨脹為氣態，在油氣凝結箱中，將油氣之熱量帶出，使其溫度保持在-35 ±2 。此時大部分之水氣將冷凝為液態，一部份分子量較大之油氣分子也將被冷凝為液態。

此階段冷凝之液體將送至緩衝箱，再至油水分離箱做油水分離處理後，將純淨之回收油泵回油槽，而凝結水則排至廠區油水分離系統。處理過之油氣將送至第二階段系統，繼續下一階段處理。

5.2.4 第四段 (-80) 冷凍系統

本階段冷凍系統是使用半密閉式兩段壓縮機及半密閉式單段壓縮機做為動力來源，冷媒使用 R507 及 R508。壓縮機選用之理由是中容量之半密閉式兩段壓縮機有耗能少、排熱少、易維修、故障率低之優點，而中容量之半密閉式單段壓縮機有耗能少、排熱少、易維修、故障率低且適用於低溫域之優點；而冷媒的選用則是考慮到適合-20 ±5 和-75 ±5 這個溫域且效率較好之環保冷媒。

這個階段是使用二元式冷凍機組，原因是低溫域之冷煤凝結溫度在-15 以下，故僅使用冷卻水系統無法將其冷卻至凝結溫度，此時便需要先行以一元冷凍系統提供-15 以下之冷卻媒介，使第二元冷凍系統能順利使低溫域冷煤凝結為

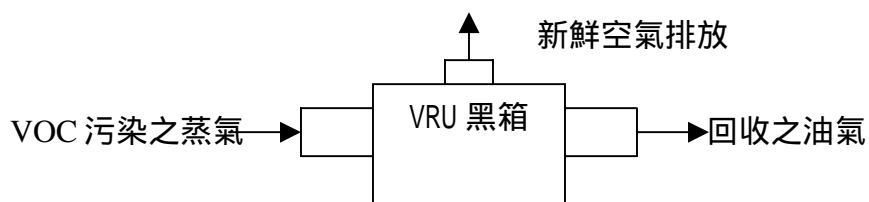
液態。本系統以半密閉式二段壓縮機為第一元冷凍機組之動力來源，先行冷卻乙二醇至 -20 ± 2 ，再將乙二醇泵至第二元冷凍機組。以半密閉式單段壓縮機為第二元冷凍機組之動力來源，當冷媒從高壓端出口流出時，其工作壓力於150PSI~250PSI之間，這種狀態下的冷媒凝結溫度在 -15 左右。因此藉由第一元冷凍系統所提供之 -20 之乙二醇，可將冷媒冷卻為液態。液態冷媒則再進入油氣凝結箱中迅速膨脹為氣態，將油氣之熱量帶出，使油氣溫度下降至 -65 ± 5 。此時部分分子量較小之油氣分子將冷凝為液態。而大部分分子量較大之油氣分子也將被冷凝為液態。

此階段冷凝之液體將送至緩衝箱，再至油水分離箱做油水分離處理後，將純淨之回收油泵回油槽，而凝結水則排至廠區油水分離系統。處理過之氣體已經可視為清淨空氣而直接抽至大氣中。

6.0 薄膜式油氣回收原理

日石菱油工程公司所生產的薄膜式蒸氣回收設備，適合裝置在連續性大流通率之場所，1990年 Ichikawa 石油儲運站即已裝設，1998年 Negishi 煉油廠也裝設一套。

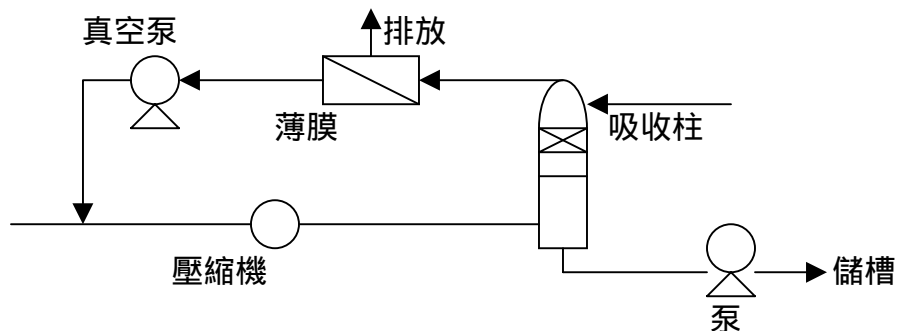
一般而言，油氣回收系統如下圖所述：



圖五、VRU 系統

該黑箱利用分離及回收系統，將新鮮空氣分離排放，並將油氣回收再使用。

日石菱油工程使用 NKK 系統的油氣回收設備，在高壓製程為吸收—薄膜過程，而低壓製程則為薄膜—吸收過程。



圖六、油氣回收系統

碳氫化合物與空氣混合被壓縮機送入 VRU，氣體被壓縮，與液體被排放至吸收柱內，此時液體與氣體分離，氣體利用液化汽油的逆流而分離由上部送入薄膜室，分離過程中回收大比例的碳氫蒸氣被回收，與其他液態物送回儲槽。

加壓氣體流入薄膜室一側，另側則有真空泵，差壓使碳氫化合物優先滲透過薄膜至真空側，而新鮮空氣排放至空中。

NKK 系統的心臟是氣體分離薄膜室，薄膜室中功能性薄膜層使 VOC 蒸氣滲透的是上層的超薄層，此層用來處理大量的氣體，故也用交叉連結矽膠，下面一層是輸送層，一般由 PI (polyimide) 或 PEIC (polyetherimide) 製造，具有對 VOC 成分高阻抗性。

7.0 其他油氣回收原理

7.1 吸收式：

吸收(Absorption)之基本原理乃是氣體與液體間之接觸，將氣體中的氣態污染物傳送至液體中，然後再將清潔之氣體與污染之液體分離，達到清淨氣體之目的。氣態污染物傳送至液體中主要靠分子擴散、液氣平衡及化學反應等質傳現象達成。

吸收法用較高濃度、且有回收價值的在 VOC 廢棄處理時，處理後之吸收液往往需再以加熱或氣提方式，將 VOC 趕出進行吸收液再生，而趕出之純 VOC 往往需再以另一種方法加以回收或液化。

7.1.1 影響吸收效果之因素：

- 1.接觸面積-吸收塔內單位體積中氣液接觸面積越高，吸收效果愈佳。
- 2.溶解性-氣體在吸收液中之溶解度愈高，吸收效果愈佳（物理平衡）。
- 3.反應性-酸（鹼）性氣體易被鹼（酸）性液所吸收（化學反應）。
- 4.停留時間-吸收塔中氣液接觸時間愈長，愈易達或氣液平衡，吸收效果愈佳。

7.2 吸附式：

固體表面可以吸收其他物質，如氣體及液體分子，此一現象稱為吸附(Adsorption)，如果使固體產主多孔細小的結構，則該固體的吸附能力則會增加，當氣體經過固體，因固體之吸附使得分子運動消失並放出熱能(一般為凝結能之大小)。所以，吸附通常為放熱。相反地脫附(Desorption)則需供應熱能，其程式恰為相反。因此降低熱能將有助於吸附程序、並提升固體的吸附能力。亦即，冷卻吸附床或預先冷卻氣體皆是必須的。

7.2.1 影響吸附的因素表

影響吸附速率的因素有被吸附物質的分壓，被吸附物質的擴散力，及吸附床

的飽和程度。一般於設計系統之考慮因素如下：

- 1.充足接觸時間(低表面速率與適當吸附床深度)以便得到較佳的去除效率
- 2.適度的吸附能力以便得到合理的吸附效果與使用壽命。
- 3.對氣流有低阻抗以保存能量。
- 4.均勻不變的氣流以便確保吸附劑的完全使用。
- 5.對已飽和之吸附劑作替換或更新的維護。

7.2.2 脫附

脫附(吸附劑再生)的作法一般採用：

- 1.吸附床加熱
- 2.吸附床抽真空
- 3.以純氣氣提(Stripping)
- 4.以更易被吸附物質置換出已被吸附物質
- 5.以上方式之組合

加熱方式為較常採用之方式，它不僅可回收被吸附物質，並且不會有稀釋作用，因此，經回收後之物質有時可逕投入製程中再生產。把吸附床的溫度提升至被吸附物質於大氣下之沸點，使被吸附物質形成蒸氣逸出後再使之凝結。如果該溫度下會導致分解(Decomposition)作用時，則可使用加熱與部份真空的組合方式。單獨將吸附床抽真空易於得到吸附劑再生的結果，但若與加熱方式此較起來則仍較再生不完全。此外，配合壓縮與冷凝或壓縮與冷凝的組合，可液化真空下氣提出的被吸附物質。

碳吸附床蒸發為置換方式之再生方法。水蒸汽無被吸附後。取代了較低平衡分壓下的被吸附物質。被脫附下的物質再經冷凝而被液化收集。隨著蒸汽使吸附床飽和後，第二步則應將被吸附的水分脫附。即使用熱氣將它乾燥。

某些有機物特別像苯乙烯蒸氣之類的單體，在再生過程中，於吸附劑毛孔中產生聚化使得吸附劑無法再使用。在稍高的再生溫度下，某些有機化合物會崩裂並將吸附劑覆上焦油及煤灰，使得吸附劑無法作用。

7.3 焚化式

相較於吸收法、吸附法或洗滌法，焚化方式處理有機廢氣具有下述優點：

- 1.直接設計適當且操作良好時。幾乎所有氣態污染物都可以從本質上完全破壞。
- 2.藉由適當管道、控制閥、輔助空氣/燃料，能適應廢氣排放量或濃度變化很大的狀況。
- 3.可進行廢氣熱回收及再利用。

在以燃燒達成廢氣控制之設備，依其氣化或燃燒之方式分為三大類：

- 1.直接燃燒或火焰燃燒塔式:此種方式之特色是空氣和所有的廢氣直接在燃燒

器出口處全部以火焰之形式燃燒，其後並未有反應室供後續的氧化過程。由於幾乎無停留時間供氧化反應，故火焰之溫度為最重要之操作變數。

2.熱氧化或熱焚化爐：可燃性廢氣在經過燃燒器之火焰後，即刻進入反應室，於其內完成氧化反應，此種裝置亦稱之為後燃燒器。

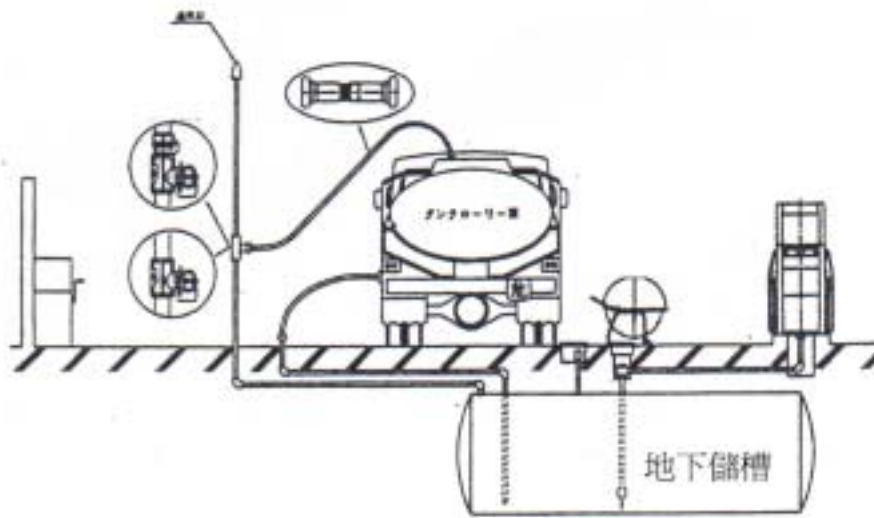
3.催化燃燒或觸媒焚化：此種裝置與熱焚化爐相似，主要的差別在於當廢氣經預熱火焰區後（250~350 ），即通過觸媒床，而使氧化過程可在較低的溫度下（350~500 ）完成。

8.0 日本海上裝卸油料苯回收

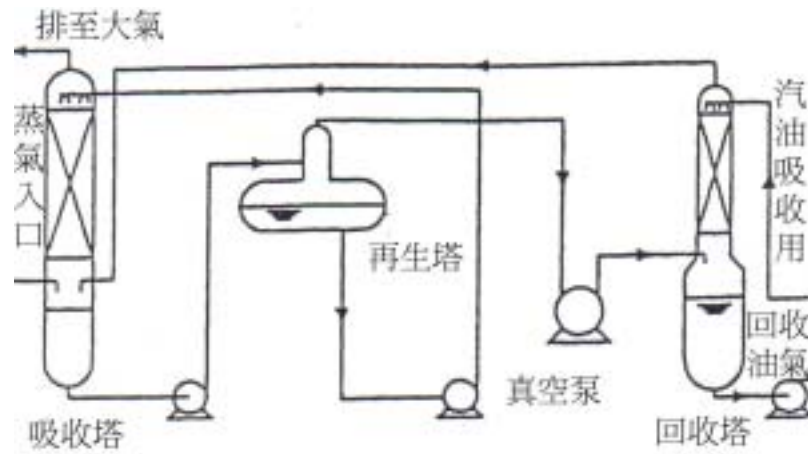
碳氫化合物排出抑制技術

| 方式 | 原理 | 國內實際成績 | 設備費等 |
|------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| PH 回復法 (附圖-7) | 在移送液體時之押出要回復到通氣口處 | 在 SS 卡車卸油作業上有許多實績 | 卸貨：0.83 百萬圓 SS 給油時：7.4 百萬圓 SS |
| 吸收法 (附圖-8) | 利用液體溶解氣體之性質，因為有賴氣體平衡所以在回收效率上有限制 | 有在煉油廠、儲運站之陸地裝卸設備的許多實績 | 130 百萬圓/煉油廠 (回收率：80~95%) |
| 薄膜分離法 (附圖-9) | 在膜的兩側有差壓時，利用氣體種類透過速度有所不同 | 在煉油廠所之陸地裝卸設備有 6 個基礎之實績 | 180~230 百萬圓/煉油廠 (回收率：90%) |
| 吸著法 (附圖-10) | 使用活性碳 氧化劑等之吸著劑實行物理吸著 | 卡車出貨設備及儲槽之氣體回收都有 1 個基礎之實績 | 135 百萬圓/煉油廠 (回收率：99%) |
| 燃燒法 (附圖-11) | 依照氣體之燃燒處理必需以爆發之下限做稀釋，適用二次處理 | 在石化工廠之排氣處理有實績 | 作為二次處理 50 百萬圓/煉油廠 (回收率：99%) |
| 組合法 (附圖-12) | 吸收 + 吸著 (活性碳) + 吸收之複合系統等 | 在海外煉油廠之海上裝卸設備有 3 個基礎之實績 | 約 1,100 百萬圓/煉油廠 (回收率：98%) |

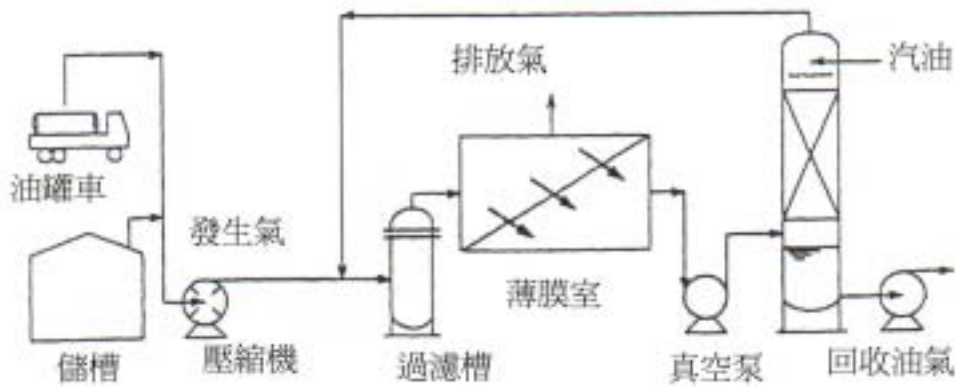
(註) 實績：依據日本平成 8 年度之 PEC 之報告書



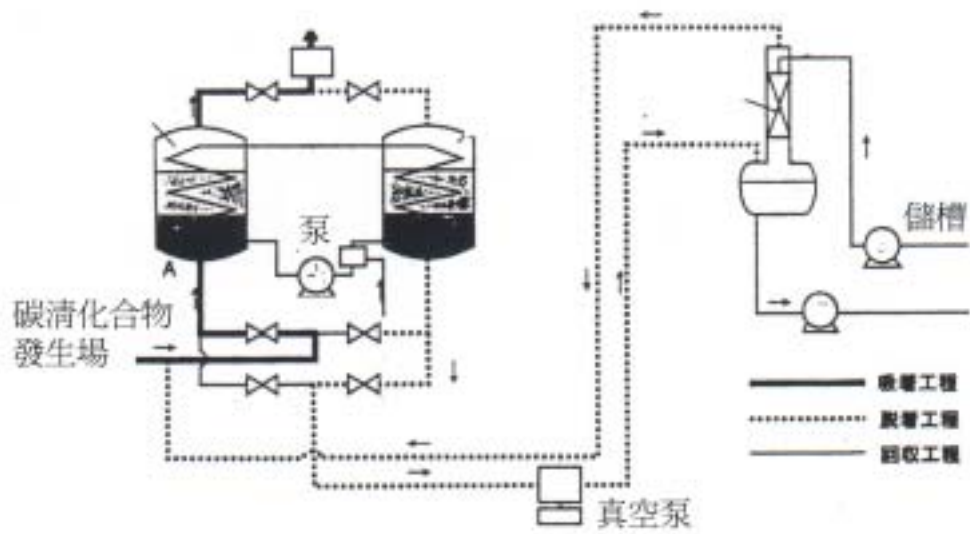
圖七、PH回復法



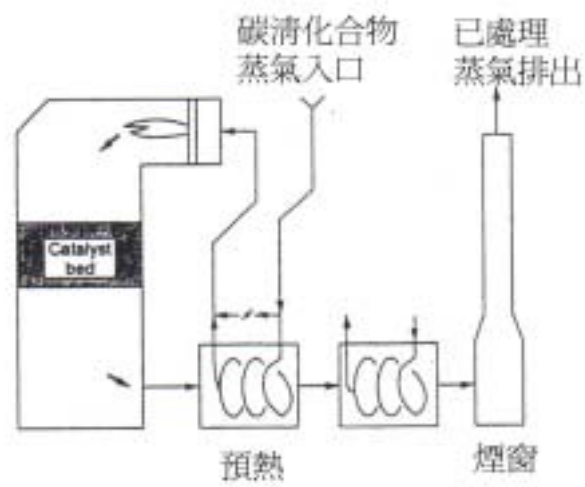
圖八、吸收法



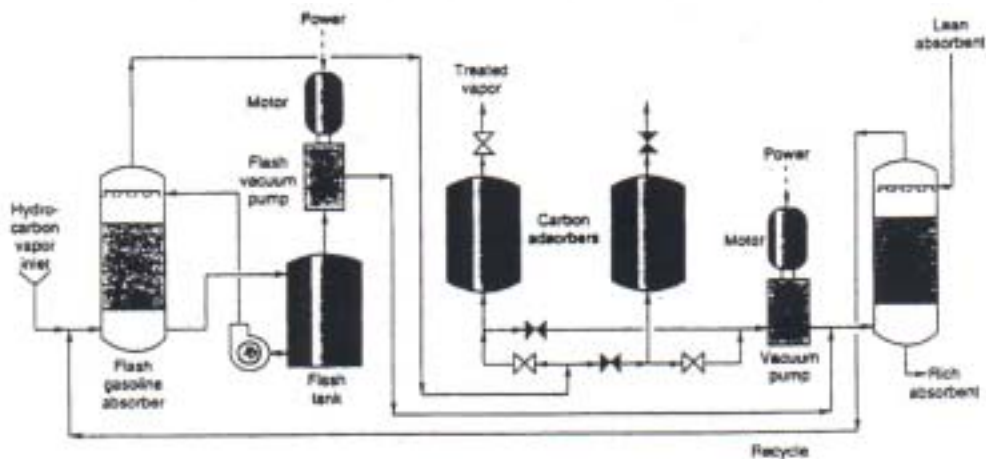
圖九、薄膜分離法



圖十、吸著法



圖十一、燃燒法



圖十二、吸收 + 吸著 (活性碳) + 吸收

8.1 海上卸油用碳氫化合物回收設備之實例

| | 回收方式 | 處理能力 | 回收率 | 設備費 |
|--------------------|---------|------------|---------|---------|
| Vaiero 公司 | 活性碳吸脫著法 | 30,000b/h | 98 % | 11 百萬美元 |
| Star Enterprise 公司 | 燃燒法 | - | 95 % 以上 | - |
| Amerada Hess 公司 | 活性碳吸脫著法 | 14,000 b/h | 98 % | - |

9.0 VRU 效率初探

本公司油品行銷事業部共裝有 VRU 冷凝式 24 套，活性碳吸附式 1 套，薄膜式 1 套。

薄膜式 VRU 裝於王田油庫，也是 NKK 設計。其回收效率，依煉研所 88.3.24 及 88.7.2 採樣分析結果，分別為 96.4% 及 95.7%，甚為良好！而日石菱油工程公司在福井儲運所 2000 年 4 至 11 月測試報告，R 值則在 95.9~99.6% 間，非常棒！至於冷凝式 VRU，永康油庫也曾在 2000 年 7 月 14 日採樣分析，R 值測在 95.7~96.1 % 間，也甚為良好。

有關 VRU 之去除效率及優缺點，鄭宗岳及林鴻祥君曾列表如下：

| 控制技術 | 濃度範圍 ppm | 氣體進料 cfm | 去除效率 % (R) | 優點 | 缺點及限制 |
|------|-----------|---------------|------------|-------------------------|---|
| 直接燃燒 | 100~2,000 | 1,000~500,000 | 55~99 + | 1.能源回收可達 95 % 2.操作容易 | 1.對鹵素碳氫化合物在下游處需再處理 2.不適用於批次操作 3.運作費用較高 4.有回火及爆炸之淺在危害 |

| | | | | | |
|---------------|---------------|------------------------|-------|--|---|
| 觸煤 焚化 | 100~2 ,000 | 1,000 ~100, 000 | 90~95 | 1.能源回收可達 70 % 2.操作溫度較直接燃 燒法低，成本較低 | 1.熱效率受程序變動影響大 2.觸媒有被毒化之虞 3. 對鹵素碳氫化合物在下游處需再處 理 |
| 低溫 冷凝 | > 5,000 | 100~2 0,000 | 50~90 | 1.可回收利用凝結 液，降低成本 2.適用溫度之氣流 3.操作容易 | 1.冷凝亦可能會形成積垢 2.高動力成本 3.回收效率低 |
| 活性 碳吸 附 | 20~5, 000 | 100~6 0,000 | 90~98 | 1.可回收利用凝結 液，降低成本 2.可稱適當濃縮氣體 與其他設備串聯使用 3.可週期幸自動操作 4.可處理極低濃度的 氣態污染 | 1.對於溼度大於 50 % 實不適用 2.酮類、醛類及酯類可能會所阻塞活性 碳之孔洞，降低去除效率 3.吸附劑之吸附能力會隨操作週期而 逐漸下降 4.吸附劑再生需蒸汽或真空設備產品 回收需配合設置昂貴的蒸餾或萃取系 統 5.啟始成本高 6.吸附床之前需設置袋濾室以去除可 能導致吸附床阻塞之微粒物質 |
| 吸收 | 500~5 ,000 | 20,000 ~100, 000 | 95~98 | 1.回收產品可利用，降 低成本 2.操作容易 3.佔地小，起始成本低 4.可同時收集微粒物 質及氣體 5.增加填允床高度或 改變填料種類可改善 傳導效率而無須另外 購置新設備 | 1.缺乏平衡資料時設計困難 2.填料可能為進氣中的小顆粒所阻塞 3.吸收劑與吸收物反映之聲程物可能 導致積垢 4.可能產生水處理困擾 5.維修保養成本較高 |

10.0 心得及建議

本公司各油庫、煉油廠儲槽之 VOC 回收設備，較少使用最先進的吸收一薄膜式 VRU，大部份都採取燃燒法、活性碳吸附式或冷凝式，其 R 值均較吸收一薄膜式為低。為對地球村的環保負責，實應考量

- 1.全面體檢各單位是否依法令規定裝設 VRU？
- 2.全面檢測各單位之 VRU，R 值是否符合法令規定？
- 3.效率不佳之 VRU，研討改善措施，提高去除效率，達到法定標準。
- 4.無法改善之 VRU，則研編預算，考量裝設 NKK 之薄膜式 VRU 或其他效率較高之 VRU。
- 5.加強 VOC 管制之宣導教育訓練，促使同仁共同重視空氣污染防治問題，一同為更美好的地球村而努力。