

對環境無害的洗淨技術

葉思武 譯

洗淨現況及問題點

洗淨之目的雖然在除去處理作業前段或後段所不需或有害的附著物，以達所欲的清淨表面，但在生產過程中，除了與洗淨有關的特性外，對於洗淨時間與洗淨表面之維持也要注意。例如鋼鐵表面在一般清淨狀態下很容易與空氣中的氧進行氧化作用，形成紅銹狀態。鋼鐵表面如果附著有水分的話，會更促進氧化。因此，鋼鐵表面洗淨時，絕對不可忽略了防銹對策，此所以鋼鐵洗淨一直廣用三氯乙烯或1,1,1-三氯乙烷之故。

這些有機溶劑除了具有高洗淨力以外，也很容易令處理品乾燥，使洗淨後的生銹問題抑制到最小限度內。而使用特定氟氯烴除了具有同樣特徵外，由於其在化學方面極為穩定，且對處理品無害，因此被視為至寶。但此化學穩定對臭氧却呈相反效果，大量釋出的有機溶劑在同溫層為紫外線所分解，對臭氧的破壞作用使整個地球均蒙受極大之影響。而且可以想像得到的是，大氣中應該還有很多未被分解的氟氯烴。即使我們現在停止使用這些有機溶劑，今後臭氧的破壞仍會持續。而即使不被指定為有毒、劇毒物質、致癌物質等有害的一般物質，也會和特定氟氯烴一樣，因為量的關係與公害同樣地對人體有害，這點很重要。而且這些化學物質不能只看其單體，有必要針對其複合作用進一步調查。而三氯乙烯對人體有害，生產量受限制時，金屬洗淨方面盡可能開始換成水系的鹼洗淨。這是使用其中有問題的1,1,1-三氯乙烷為替代溶劑之緣由。由於可能的都正在轉換成水洗淨中，因此今後轉換成水系洗淨還有很多問題點必須逐步解決。

今後的洗淨

使用有機溶劑的理由之一是洗淨後快速的乾燥性。極端例方面，像水系洗淨後為獲得乾燥表面而使用特定氟氯烴，以達到除去水分及乾燥之目的。事實上本例如果增加一些投資設備就有可能轉換成真真空乾燥或熱風乾燥。

由於水能補給大量的蒸發潛熱，因此加上容易被水吸收波長的遠紅外線來加熱也甚有效。單就洗淨而言，有機溶劑洗淨是簡單且確實的方法，其他替代洗淨法則不可否認地看來是有些遜色。因此，由有機溶劑洗淨轉換成水系洗淨時，必須依各個現場情況來選擇配合的方法。水系洗淨除了特殊場合外，多使用鹼洗淨法，但鹼洗淨劑並非唯一能與市面上眾多的有機溶劑匹敵者。為了克服其遜色的洗淨力，必須加上種種工夫。例如，配合超音波洗淨、搖動洗淨、淋灑或噴射洗淨等都十分有效。或者令處理品旋轉、淋灑噴嘴方向改變等也都不錯。使洗淨器機構複雜雖能提高洗淨效果，但設備成本却因此而增加，因此負面因素不能忽視。鹼洗淨時的洗淨溫度為重要因子，對洗淨效果有很大的影響。因此遵照指定的洗淨溫度相當重要。在鹼洗淨時加上充氣會很有效果，但空氣會使洗淨劑內的界面活性劑氧化分解，故應選擇適量的空氣。鹼洗淨應注意點之一是處理品洗淨後於洗淨設備內再污染的問題。此有時為洗淨設備裝置方面的問題，但有時也與洗淨劑性能及判斷有關。對策是在防止洗淨劑過量、減少含油量、洗液清淨度等方面多下工夫。尤其像能將洗淨液塵埃或油分連續分離除去的系統多能提高效果。

爲了過渡到將來有機溶劑的安全使用，必須大幅減少使用量，而且不能再像過去那樣讓蒸發溶劑排放到大氣中。由於有機溶劑大部分都對人體有害，爲了作業者或工場附近居民的健康，其使用量也必須抑制在最小，這在使用方法或設備方面都須下工夫。基本上是將溶劑蒸汽回收再利用，不使其排放於大氣中。方法之一即爲利用活性碳將以往排放至大氣中的溶劑蒸汽吸附起來，不過在回收率及設備價格方面都有困難，目前還無法普及。

因此根本解決方法之一是使用氣密型洗淨槽。這種洗淨法溶劑與空氣不會混合，只要將溶劑蒸汽冷卻液化即可回收。而溶劑蒸汽愈與空氣混合，其回收率就低，故這種氣密真空洗淨可說甚有效果。氣密真空洗淨需要有真空槽與真空泵等設備，和傳統開放型洗淨機比較，雖然前者的裝置價格約爲後者的三倍，但溶劑消耗量則約可削減90%左右，所以還是十分合算。

真空洗淨例

對小規模洗淨設備而言，要將與空氣混合的溶劑分離，在成本方面相當不利，因而並不實用。

真空式洗淨使用氣密式容器，盡量不使溶劑與空氣接觸，圖1爲其洗淨作業代表例。洗淨作業首先將處理品放入洗淨槽，關門後以真空泵將洗淨槽中的空氣排出，排氣時間約需二分鐘。此時槽內約

達200Pa (1.5Torr) 左右，亦即槽內空氣與大氣比較其密度爲五百分之一。接著以100升的純液進行二分鐘噴灑洗淨，大部分的油脂、加工屑或灰塵等在此階段被除去。下一道作業就是八分鐘的蒸汽洗淨。其間供給約80升溶劑的蒸汽，處理品溫度上升至溶劑的沸點。若是1,1,1-三氯乙烷其沸點爲74℃，三氯乙烯則爲87℃。此時洗淨槽約成爲大氣壓狀態。液體在蒸汽洗淨的同時排出，而後再以真空泵將溶劑蒸汽排出，並於泵的二次側冷卻液化並回收到純液貯槽。這個時候洗淨槽內約殘留有200Pa的溶劑蒸汽。

下面即爲其計算例：

洗淨槽容積：1.7m³

蒸汽壓力：200Pa

三氯乙烯蒸汽密度：4.45kg/m³，1atm

因此三氯乙烯約有15g。

空氣導入洗淨槽後，因槽內三氯乙烯的分子量爲132，所以其濃度計算爲 $15/132 \times 22.4 \ell / 1,700 \ell = 1497 \times 10^{-6}$ 。

即溶劑濃度約1,500ppm。此混合氣體以真空泵排出，然後再導入空氣的話，濃度成爲 $1,500 \times 200\text{Pa} / 100,000\text{Pa} = 3.0\text{ppm}$ 。

在此階段因濃度十分低，即使將洗淨槽的門打開也不會感覺有臭氣。不過在實際作業時爲了安全起見，還是再一次排氣，導入空氣後才打開門取出處理品。所以要這樣是因爲若處理品的質量小或其

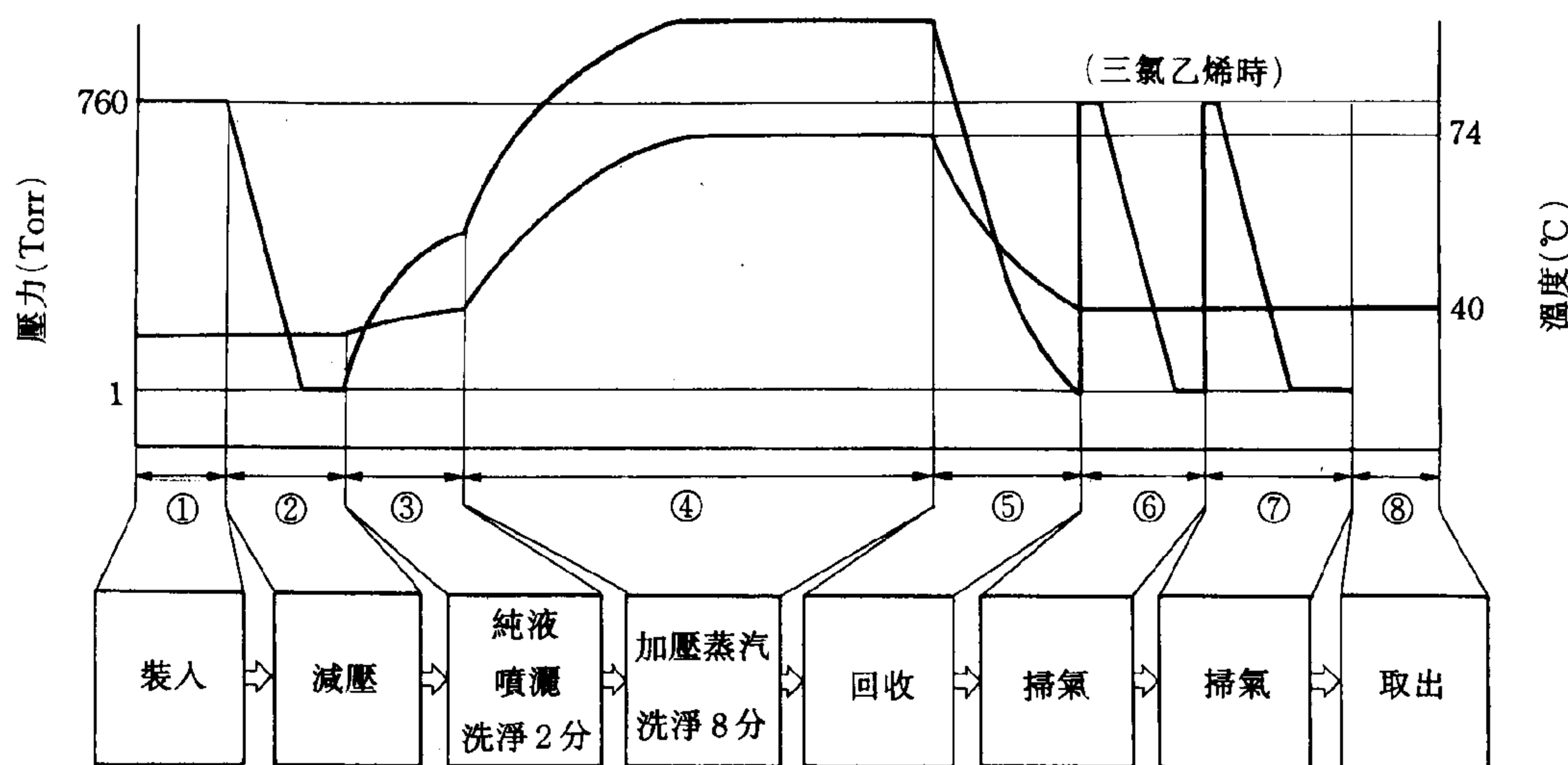


圖1 真空洗淨工程例

以上的洗淨，而真空洗淨槽因為可以加壓，所以能做得好。

真空洗淨過程中，溶劑與大氣並無混合，可以很有效回收溶劑，回收成本也非常低，且幾乎不怕大氣中的水分會混入溶劑，因此溶劑分解效應很少。有機溶劑中若是混入水分的話，會促進溶劑的分解，使溶劑呈酸性。此雖然可在溶劑中加入安定劑以防止溶劑酸化，但水分的混入會加速安定劑的消耗，而當安定劑耗盡後，溶劑就呈現酸性，逐漸降低 pH 值。變成酸性的溶劑對裝置或處理品會造成強力的腐蝕。真空洗淨處理品於蒸汽洗淨後，取出的溫度介於室溫及溶劑的沸點之間，因此處理品及洗淨槽無結露之虞，且能防範水混入溶劑於未然。

真空洗淨的另一大優點是，對燒結零件、小徑工件的盲孔或密著平面的洗淨都相當有效果。由於將空氣排出，在供入溶劑時，溶劑能深入內部，有效地溶解油分。若是大氣洗淨的話，則因孔內部的空氣會妨礙溶劑的侵入，因此不敢奢望對深部會有什麼洗淨效果。

表 2 為真空洗淨與大氣壓洗淨的比較。

利用真空蒸餾分離溶劑與油分

真空洗淨裝置中附有真空蒸餾裝置，視需要可將混入溶劑中會降低洗淨效率的油分抽出。分離出油分的溶劑可維持和新品同樣的品質，並保證穩定的洗淨。通常溶劑中混入有 30% 油分的話就必須再生，不過也有因無適當再生裝置，因而甚至達 50% 還在使用的情形。圖 3 顯示油分混入招致沸點上升，促進溶劑分解的情形。此現象在溶劑與油分分離的場合也適用。溶劑抽出後沸點逐漸上升，因此必須限制於溶劑熱分解溫度以下。此時，溶劑的濃度大約剩 30 % 左右。

真空蒸餾時係由大氣壓開始，隨溶劑比例的減少，逐漸變成真空。最後在 $1.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ (100 Torr) 以下將溶劑抽出，因此如為三氯乙烷，在 100°C 時，其殘留量約達 5 % 左右。通常的生產工場中，若在洗淨機即將以上的溶劑抽出的話並不經濟，因此將油分先排出至廢油桶，而後移至下一個洗淨作業。如果使用專用裝置，則此廢油中的溶劑可再被抽出。

將廢油中的溶劑濃度控制在 1 % 以下，再利用

此回收油的例子很多。在洗淨及分離作業中，充其量溶劑不過升溫至 100°C 左右，溶劑分解得很少，且安定劑可同時回收，其消耗量也不多，因此即使長期使用也沒有什麼問題。

產生真空裝置

為了縮短洗淨作業及減少殘留空氣，洗淨槽的

表 2 利用有機溶劑真空洗淨與大氣壓洗淨的比較

	真空洗淨	大氣壓洗淨	備 考
洗淨壓力	1~760 torr	760 torr	
洗淨方法	(浸漬)，噴灑，蒸汽	浸漬，蒸汽	
洗淨循環	20~40 min	20~40 min	
溶劑消耗率	<10%	100%	
廢油中溶劑殘存率	<4%	>20%	
作業區的溶劑量	<10 ppm	~ 50~200 ppm	大氣壓洗淨必須強制排氣
溶劑——油分離器	內藏真空式	選購品	
擴散至大氣中的對策	因為空氣與溶劑分離，因此不需洗淨	選購品，為一種活性炭回收裝置	

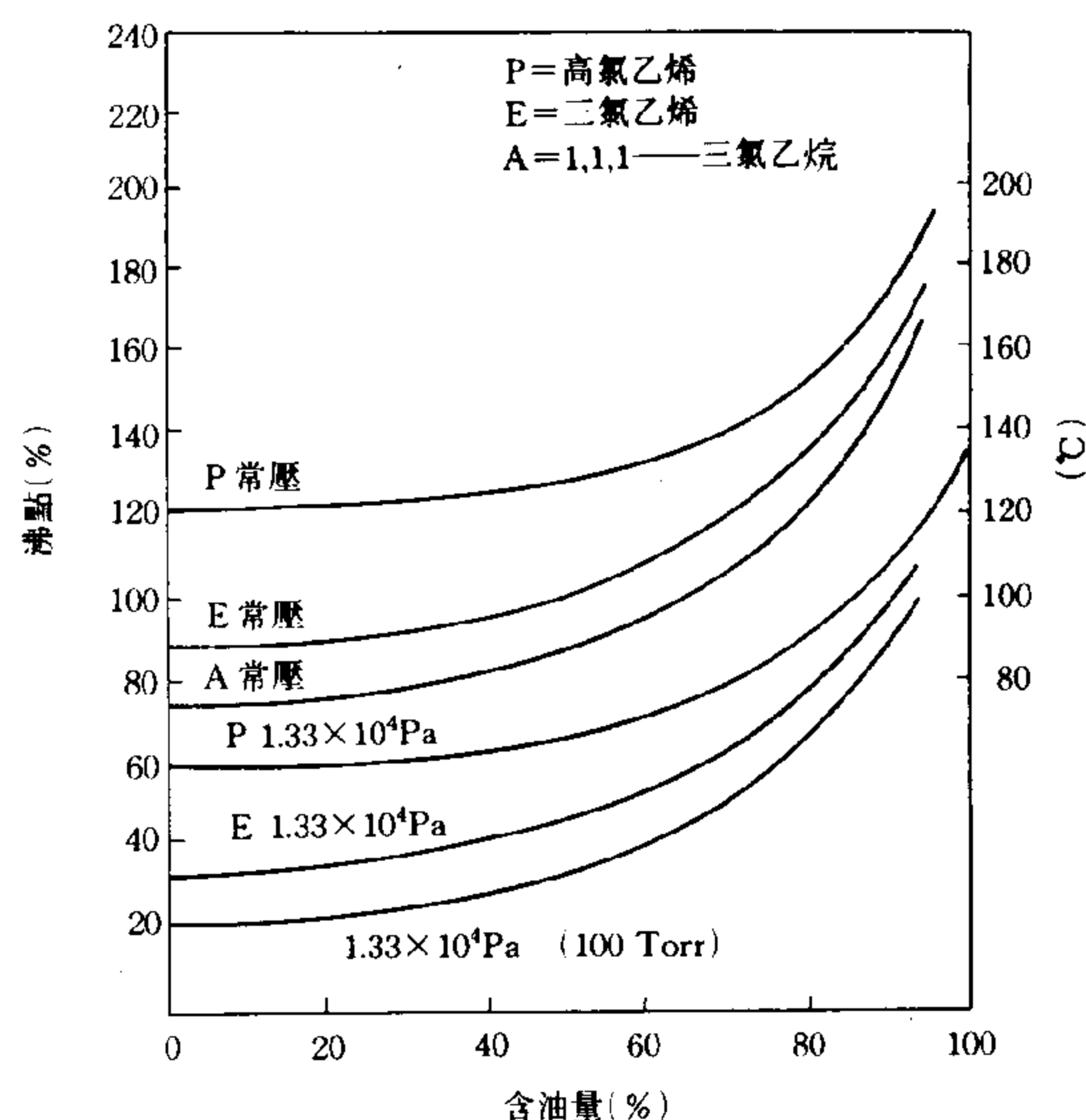


圖 3 含油量與沸點的關係

排氣莫不期望使用高速、高真空型的真空泵。不過由於使用環境的問題，一般真空裝置使用的油循環式真空泵並不好。目前以經特別設計的軸封與具耐蝕性的魯式型真空泵較合適。而分離溶劑與油分，使用小型低真空型就已足夠，因此多使用產生真空的噴射器。不過大規模真空蒸餾裝置等特別場合則還是使用魯式型真空泵比較有效，且能將溶劑完全抽出。

不管如何，1,1,1-三氯乙烷將被完全廢止，因此儘速修改洗淨法勢在必行。

替代溶劑雖然有二、三種，不過現在要簡單地

(本文譯自「化學裝置」1992年12月號)

(作者簡介從略)

置換還有困難。雖然有可能全部換成鹼洗淨，但全改為鹼洗淨的話需要大量的水，要確保供應工業用水將十分困難。而且受污染的大量用水當超過其自然淨化能力後，又恐造成新的環境問題。因此開發效率良好的洗淨方式及廢水處理都同樣重要。真空洗淨消耗的溶劑只有十分之一左右，可取代使用高價的溶劑，當然也有可能使用規定以外的溶劑，在替代溶劑開發出來之前，例如即使採用三氯乙烷，也能防止對作業者的傷害或釋出大氣中的溶劑滲入土中污染地下水。不過話又說回來，還是期望開發更安全的替代溶劑。

6

廠商熱訊

杜邦收購卜內門全球尼龍業務 編輯部

杜邦公司於七月一日宣佈，該公司與卜內門公司（ICI）達成最後協議，收購卜內門全球的尼龍業務，杜邦在全球的壓克力業務則售予卜內門。

美國聯邦貿易委員會（FTC）的審核已使兩家公司的最後協議延宕數月之久。由於法定通知期限已過（六月廿九日），杜邦與卜內門遂簽訂了這項協議。這筆交易早在去年九月已獲歐洲委員會（European Commission）的批准。這項協議於七月一日生效。雖然交易現在已經完成，卜內門仍需遵守美國聯邦貿易委員會的一項同意令，將該公司在美國的下游壓克力聚合體生產業務的一部分讓予第三者。在為期六十天的評議期（comment period）之後，美國聯邦貿易委員會將對此項同意令做最後的批准。

杜邦董事長伍立德表示：「杜邦藉由這項交易已成為全球尼龍業的領袖，這項收購將加強本公司在歐洲的市場地位，同時杜邦亦將成為全世界尼龍客戶的主要供應商之一。」

依據去年原先所磋商協議，杜邦將付給卜內門四億三千萬美元的現金，以補足杜邦壓克力業務和卜內門尼龍業務之間的差價。但基於適當的業務評鑑（due diligence），以及歐洲目前經濟狀況不盡理想，歐洲委員會和美國聯邦貿易委員會對這項協議中的現金條款做了若干調整。杜邦將因此立即付給卜內門一億五千萬美元，在一九九四年至二〇〇二年間，將再付給一億六千五百萬美元的延期款。在一九九四年至二〇〇〇年這段期間，如果杜邦在歐洲所收購尼龍紡織絲業務達到了與卜內門所議定的收入標準，則將付出最後一筆「績效金」，金額最高可達三千七百五十萬美元。

兩家公司的各類工廠也將依協議而移轉。卜內門將移轉約五千兩百名員工和八家尼龍半成品纖維、以及工程塑膠工廠給杜邦，杜邦則將移轉壓克力工廠給卜內門。上述的卜內門工廠分佈於英國的Wilton, Billingham, Gloucester, Pontypool, Doncaster, Workington、德國的Oestringen和荷蘭的Rozenburg，杜邦將移轉約三百五十名員工和在美國德州Beaumont，田納西州Memphis，德拉瓦州Newport的壓克力工廠給卜內門。杜邦雖然將移轉在西維吉尼亞州Belle和Parkersburg兩地的壓克力設備給卜內門，但依長期的承包契約，仍由杜邦負責運轉。

卜內門在一九九二年全世界的尼龍銷售額約九億美元，該公司的尼龍工廠主要在歐洲。杜邦去年在全世界的壓克力銷售額約三億五千萬美元，工廠大都在美國。

如有相關問題請洽杜邦公司