

河靜能源部

公用廠空分場製程介紹

· 台塑河靜

一、空氣分離的簡介

空

分的含義：簡單說就是利用物理方法將空氣中的氧、氮、氬氣分開，獲得高純度的氧氣、氮氣及氬氣，或是稀有氣體。

空分分離的方法和原理：

空氣中的主要成分是氧、氮和氬，它們以分子狀態存在，均勻地混合在一起，通常要將它們分離出來比較困難，目前能源部公用廠空分製程是採深冷法進行分離。

深冷法（也稱低溫法）：先將混合物空氣通過壓縮、膨脹和降溫，直至空氣液化，然後

利用氧、氮、氬氣化溫度（沸點）的不同（在標準大氣壓下，氬氣沸點為 -186°C ；氧的沸點為 -183°C ；氮的沸點為 -196°C ，沸點低的氮氣相對於氧氣要容易氣化這個特性，在精餾塔內讓溫度較高的氣體與溫度較低的液體不斷相互接觸，低沸點的氮氣較容易氣化，高沸點的氧氣較容易冷凝的原理，使上升的氣體中氮含量不斷提高，下流液體中的氧含量不斷增大，從而實現氧、氮的分離。要將空氣液化，需將空氣冷卻到 -173°C 以下的溫度，這種製程叫深度冷凍（深冷）；而利用沸點差將液態空氣分離為氧、氮、氬的過程稱之為精餾過程。深冷與精餾的組合是目前工業上應用最廣泛的空氣分離方法。

二、空氣的主要組成

空氣中主要組成氧、氮、氬和其他物質一樣，具有氣、液和固三態。在常溫常壓下它們成氣態。在標準大氣壓下，氧被冷凝至 -183°C ，氮被冷凝至 -196°C ，氬被冷凝至 -186°C 即會變為液態，氧和氮的沸點相差 13°C ，氬和氮的沸點相差 10°C ，空氣的分離就是充分利用其沸點的不同來將其進行分離。

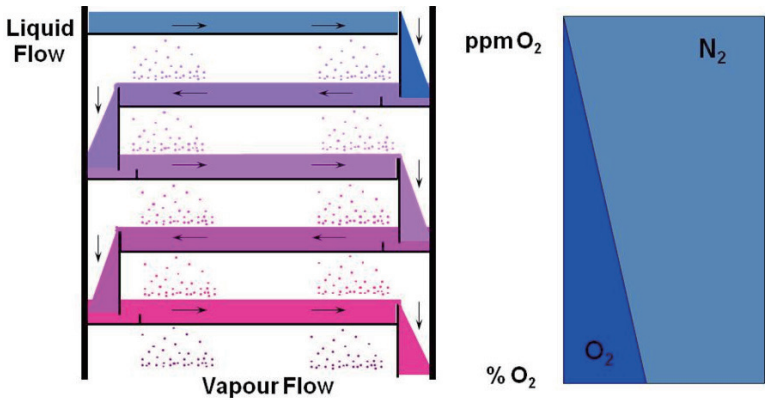
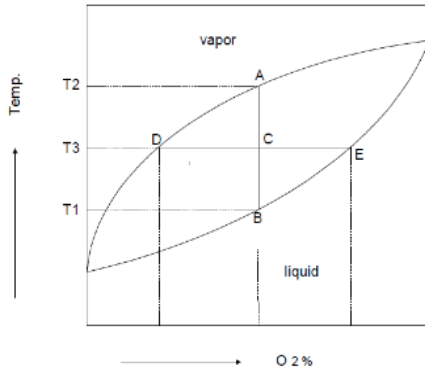
組成	氧	氮	氬	二氧化碳	其他
分子式	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	氫氧化物及水
體積含量	20.93	78.03	0.932	0.03	
重量含量	23.1	75.6	1.286	0.046	
氣體密度	1.429	1.250	1.734	1.977	
沸點	-182.97	-195.79	-185.86	-78.44	

三、空氣分離的基本原理

空氣分離的基本原理就是利用低溫精餾法將空氣冷凝成液體（空氣冷凝溫度 -173°C ），然後按各組成氣化溫度的不同將空氣分離。

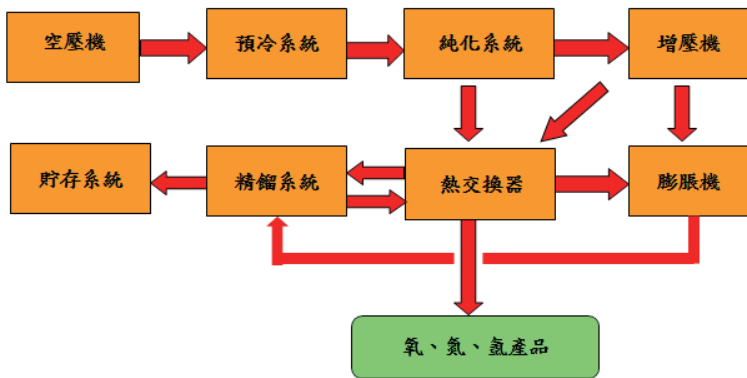
壓縮空氣除去水分和二氧化碳等雜質後，經熱交換系統和增壓膨脹機製冷後進入下塔，在精餾下塔內，上升的氣體與下流的液體接觸，由於氣、液之間溫度差的存在，在進行傳熱和傳質交換時，低沸點組成氣吸收熱量開始蒸發，氮組成首先蒸發出來，沸點較高的氣體冷凝，放出冷凝熱，氣體冷凝時，首先冷凝氧組成。這過程一直進行到氣相和液相的溫度相等為止，也即氣、液處於平衡狀態。這時，液相由於蒸發，使氮組成減少，同時由於氣相冷凝的氧也進入液相，因此液相的氧濃度增加了，同樣氣相由於冷凝，使氧組成減少，同時由於液相的氮進入氣相，因此氣的氮濃度增加了。

多次的重複上述過程，氣相的氮濃度就不斷增加，液相的氧濃度也能不斷的增加。這樣經過多次的蒸發與冷凝就能完成整個精餾過程，從而將空氣中的氧和氮分離開來。



空氣在下塔被初步精餾為氮氣和富氧液態空氣，以節流閥減壓降溫後送至上塔作為上塔的回流液，進一步實現精餾，最終在上塔頂部得到純氮氣，下部得到合格的液氧產品。

主冷凝器是連接上下塔實現精餾過程的紐帶，起到承上啟下的重要作用。根據壓力對應液化溫度成正比的特性，在主冷凝蒸發器中通過液氧將壓力氮氣冷凝為液氮，為上下塔提供回流液建立精餾程序，同時主冷凝器側的液氧被蒸發成氧氣，進入上塔作為上升蒸氣，主冷凝器熱交換的平衡，直接關係到精餾程序的穩定。



四、空分裝置簡介

空分製程主要可區分成：壓縮系統、預冷系統、純化系統、增壓系統、冷源生成系統、冷箱、產品產出系統。

空壓機系統包含：空氣過濾器及主空壓機。

預冷系統包含：蒸發器、淨冷器及水泵浦。

純化系統包含：分子篩吸附器。

增壓系統包含：空氣昇壓機。

冷源生成系統：膨脹機。

冷箱：主熱交換及精餾系統。

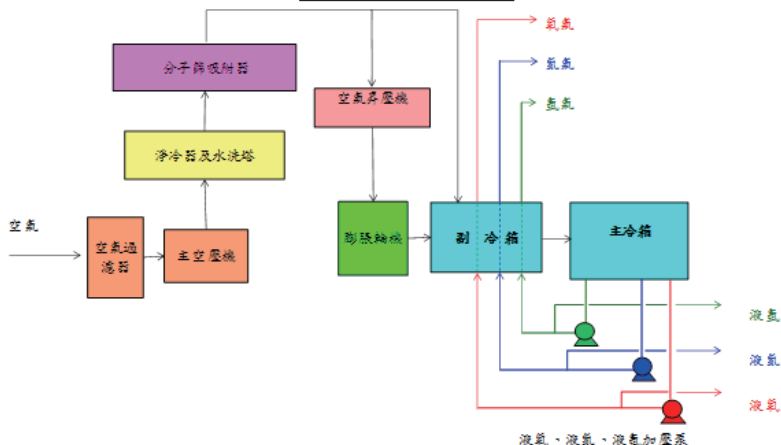
產品產出系統：內壓縮液態泵浦。

五、空分製程流程說明

原料空氣經過自潔式空氣過濾器除去灰塵及其它機械雜質後，送入主空壓機進行加壓，經加壓過後的原料空氣會送進淨冷器進行冷卻及清洗，空氣自下而上穿過淨冷器，冷卻水及冷凍水會從上往下，藉由淨冷器內的散水器分散，與空氣進行熱交換將空氣降溫，同時也對空氣進行清洗。

淨化後的空氣分為兩股：一股進入低壓板式換熱器，與返流的氣體換熱後出換熱器底部後進

空分場製程流程圖



入下塔，另一股去空氣昇壓機增壓，送膨脹機製
造冷箱精餾所需冷源。

進入空氣昇壓機的空氣經昇壓後送入膨脹機
的膨脹端進行膨脹吸熱降溫，產生運轉所需冷源
後，送入下塔。

空氣經下塔初步精餾後，在下塔底部獲得富
氧的液態空氣，在下塔頂部產生純氮，富氧液態
空氣經主熱交換器後及節流閥膨脹後進入上塔。
經上塔進一步精餾後，在上塔底部獲得液氧，並
經液氧泵昇壓，一部分送到低壓液態儲槽儲存，
一部分經主熱交換器升溫後送鋼廠使用。

從上塔中部抽取一定量的富氫氧氣送入增效
粗氫塔，在粗氫塔內精餾分離氧氣後，再將分離
氧氣後的氫氣送入純氫塔，進行精餾除去內含的
氮氣，最後在純氫塔底部得到純氫，液氫利用液
氫製程泵浦，將液氫昇壓，一部分送到低壓液態
儲槽儲存，一部分經主熱交換器升溫後送鋼廠使
用。