

中正科技大辭典

工科 化工分科

五		雲		王	輯	編	總	審	名
耕	守	曙	葉	琰	慶	盛	人	編	主
平	延	石	極	通	翁	中	兆	虞	員
華	振	鄭	勳	鼎	溫	盤	銘	洪	委
光	博	陳	範	運	應	憲		林	審
軒	溯	馬	隆	光	頤	亮	元	顧	編

出版權授與人 中華學術文化基金會 董事會
出版者 臺灣商務印書館

中華民國六十七年九月

典辭大技科正中

科 工

科 分 工 化

五

耕守盧

平

雲

曙 葉

延

王

琰慶盛

石

輯編總譽名

人編主科各

員委審編冊本

會事董金基化文術學山中

館書印務商灣臺

人與授權版出

者版出

月九年七十六國民華中

中華民國六十七年九月初版

中正科技大辭典（全十二冊）

工 科 化 工 分 科

本冊定價新臺幣六〇〇元正

名譽總編輯 王 雲 五

各科主編人 盛慶琰 葉 曙 盧守耕

本冊編審委員 石 延 平

出版權授與人 中山學術文化基金董事會

出版者 臺灣商務印書館股份有限公司

臺北市重慶南路一段卅七號

印刷及發行所 臺灣商務印書館股份有限公司

登記證：局版臺業字第〇八三六號

版 權 所 有
翻 印 必 究

人 稿 撰 冊 本

鳳	人	郭	儒	憲	田	成	振	吳
義	忠	韓	川	澤	周	援	陵	陳
根	孝	莊	榮	茂	葉	志	建	郭
龍	家	王	德	正	鄒	勇	志	陳
			明	景	江	奇		黃

中正科技大辭典序

~~所謂科技，易言之，即應用科學。本大辭典雖分爲工農醫三科，實際上工科括有土木工、機械工、礦冶工、化工、電機工及其他六分科。農科括有作物育種，農藝作物、園藝作物三分科。醫科括有內科外科，精神病及神經病四分科，較諸十進分類法中，應用科學類所括入之十科尤廣，而於本館前與中山學術文化基金會合作編纂自然科學大辭典之十科，實相配合。得此二書，則自然科學與應用科學殆無不包羅矣。本館在臺首次編印之雲五社會科學大辭典，在我國爲第一部，在全世界爲第四部，誠難能而可貴。至於自然科學大辭典，世界文明大國，雖多有編纂；至若應用科學大辭典，專重一科者，固所常有，而包羅全範圍者，亦殊罕觀。~~

所謂科技，易言之，即應用科學。本大辭典雖分爲工農醫三科，實際上工科括有土木工、機械工、礦冶工、化工、電機工及其他六分科。農科括有作物育種，農藝作物、園藝作物三分科。醫科括有內科外科，精神病及神經病四分科，較諸十進分類法中，應用科學類所括入之十科尤廣，而於本館前與中山學術文化基金會合作編纂自然科學大辭典之十科，實相配合。得此二書，則自然科學與應用科學殆無不包羅矣。本館在臺首次編印之雲五社會科學大辭典，在我國爲第一部，在全世界爲第四部，誠難能而可貴。至於自然科學大辭典，世界文明大國，雖多有編纂；至若應用科學大辭典，專重一科者，固所常有，而包羅全範圍者，亦殊罕觀。

本書亦爲本館與中山學術文化基金會合作編印，原以美國印行之Van Nostrand Scientific Encyclopedia 爲主要參考，及經推定工農醫諸科主編盛慶琰、顧元亮、葉曙三先生詳加研究，並分約各分科編審委員熟商之結果，咸認爲有加深其程度並推廣其範圍之必要。實際上由於各分科編審委員與三科主編協議之決定，除該主要參考書所有而程度尚適合者，據以譯述，仍酌加補充外，絕大部分皆由各專家，分就專長，廣爲參考，而撰述完成；結果不僅視原書加深加廣，殆已面目全非，而以嶄新姿態出現矣。慘澹經營，兩載於茲；業已全部繳稿，並經三主編詳爲校閱。由於全稿畢集，故分配冊數，得以妥善安排，計工學方面，土木，機械、礦冶、化工、電機各爲一冊，其他分科，因範圍較廣，字數特多，訂爲二冊，總計工科共占七冊。農科則作物育種，農藝作物，園藝作物各占一冊，總計三冊。醫科則內科外科合爲一冊，精神神經亦一冊，總計二冊，三科總數共十二冊，自本年七月起，發售預約三個月，七月底開始出版，至明年六月止 月各一冊，全書於六十八年六月全部印成。按月準時出版，斷不延誤。至付款取書詳見預約辦法，茲不贅。

余治學七十餘年，深覺各科學術無不相互關聯，或由博而專，或由專而博，成

大功者固在專，任大事者則有賴於博，胡適之君有治學格言二語「爲學當如金字塔，要它廣博要它高」，即由博而專之謂也。余別有二語「爲學當如羣山式，一峯突出衆峯環」，即由專而博也。所謂衆峯皆專科之學也，例如工學各分科咸相關聯，農學醫學亦無不然。醫學爲人生必要之知識，農學多爲工學依賴之原料所自出，是爲整個應用科學範圍。學者除視主峰爲其主修之專科外，環繞之衆峯即其必須涉獵之專科也，博而不專，猶有憾焉；專而博，其庶幾矣。是書之撰作，多能深入淺出，不難交相涉獵，甚願讀者諸君能加之意也。

本書編纂進行至最後階段，突然發生不幸事故，即農科主編顧元亮先生，因久病不治，賢哲云亡，惜哉！顧先生於主編之初，以所選定爲主要參考之美國科技大辭典原書，對農業與園藝，深廣尤未逮，特窮搜博訪，獲得日本新出版之農林漁牧大辭典，內容豐富，特採爲藍本，並決定其條目之去取，親自撰譯示範條文，商請三分科編審委員轉知執筆諸君查照。由於規定至爲嚴格，以至屬稿稍緩。迄於六十六年終，僅作物育種一分科脫稿，顧先生得以親自覆校，其他二分科全稿之收集，在顧先生因病入醫院治療之後，雖經兩分科編審委員初校，顧先生尚未及親自審核。據農科秘書張君稱，顧先生臨終，尚堅囑轉請各編審委員詳校，足見其敬業精神，終始不渝。茲以顧先生未能竟其事，乃商請盧守耕教授繼任主編，於短時期內，續竟全功。余特於此補述，一以追念顧先生敬業負責，抱恨以終，二則深感盧先生之臨時大力相助，不避艱辛也。是爲序。

中華民國六十七年六月五日王雲五謹識

附件一 各科主編及各分科編審委員姓名職稱

工科主編人	盛慶球	交通大學工學院院長
醫科主編人	葉曙	臺灣大學醫學院教授
農科主編人	盧守耕	臺灣大學農學院教授

科別	分科別	編審委員	現在職稱
工 科	土木分科	虞兆中	臺灣大學工學院院長
	機械分科	翁通楹	臺灣大學工學院機械系主任
	化工分科	石延平	成功大學教務長
	礦冶分科	洪銘盤	成功大學鑛業研究所教授
	電機分科	溫鼎勳	交通大學工學院教務長
	其他各分科	鄭振華	清華大學原子科學院院長
醫 科	精神分科	林憲	臺大醫學院教授
	神經分科		
	內科分科	廖運範	長庚醫院內科主任
農 科	外科分科	陳博光	礦工醫院院長
	作物育種科	顧元亮	臺灣大學前農學院院長
	農藝作物科	賴光隆	臺灣大學農藝系主任
	園藝作物科	馬溯軒	臺灣大學教授

附件二 本大辭典預約繳款及取書辦法

第一條 本大辭典括有精裝本十二冊。計開

工科分爲：

土木工程	一冊
機械工程	一冊
礦冶工程	一冊
電機工程	一冊
化學工程	一冊
其他各分科	二冊

以上共七冊

農科分爲：

作物育種	一冊
農藝作物	一冊
園藝作物	一冊

以上共三冊

醫科分爲：

精神與神經	合爲一冊
內科與外科	合爲一冊

以上共二冊

全部合得十二冊

第二條 全書定價五千三百元。預約實收四千元。

第三條 預約時期。自六十七年七月一日起至九月卅日止。

第四條 預約繳款辦法。分爲：

(甲)一次付款爲四千元。

(乙)三次付款爲四千四百元。除於預約期內先付半數二千元外。第二次於六十八年一月十日前付一千二百元。四月十日前付一千二百元。

第五條 取書辦法。分爲：

(甲)一次付款者。自本年七月底起每月取書一冊。至六十八年六月底取清十二冊。

(乙)三次付款者。本年七月底至十二月底各取書一冊。共六冊。俟第二次付款於六十八年一月十日前繳清後。繼續於一月至三月底各取書一冊共三冊。又俟第三次付款於六十八年四月十日前繳清後。繼續於四月至六月底各取書一冊。

中正科技大辭典

工科 序

民國六十五年春間，中山學術文化基金董事會王董事長岫廬先生開始計劃編纂中正科技大辭典，~~以紀念中華民族之盛~~固學林之盛事也。其中工學部分，承委囑主編。計分土木、機械、電機、化工、礦冶、其他等六類。分別荐聘編纂委員主其事，慶琮忝總其成。土木類、請台灣大學工學院虞院長兆中主持。機械類、請台大工學院機械工程學系翁主任通楹主持。兆中先生卓著成就，極負時譽；通楹先生績學功深，而台大機械系師資充實，亦屬馳名。電機類、請交通大學溫教務長鼎勳主持，蓋交大以電子方面之研究著稱，溫教授專攻電機、電信，曾任交大電信工程學系系主任，學驗兩豐。化工類、請成功大學化學工程學系石主任延平主持，延平先生騰譽士林，在成大指導博士論文聞屬最多。礦冶類、請成大洪教授銘盤主持；其時任成大礦冶及材料工程研究所所長。目前我國大學設有礦冶學系及有關研究所者，僅成大一校，銘盤先生自為理想人選。其他類、請清華大學原子科學院鄭院長振華主持。此類範圍雖廣，而核子工程所佔比例較多，清大之原子科學院，設有核子工程學系，亦屬我國大學唯一具有之有關研究單位，爰煩鄭院長主持此一「其他」部分。惟所涉既廣，轉邀參加執筆之人亦多。上述六類之編纂經過，分詳各類編纂委員之小序。此六位先生，在國內堪稱一時之選，承允擔任編纂，殫精竭慮，所首當致其深摯感謝者也。慶琮於荐聘編審委員之初，以考慮台大成大兩校規模夙創，人材眾多，故各佔兩類，清大交大兩校於原子及電子方面各具特色，各佔一類。期其廣攬專家，同時並進，水準或可較見齊一。又茲編之成，原非數人之力所可善其事、畢其役，實際參與之學者、助手，無慮數十百人，未及一一列名，謹於此同申謝悃。

王董事長岫公以此見命之初，商定以 VAN NOSTRAND 科學辭典(Van No

trand's Scientific Encyclopedia)一九六八年版爲藍本，加以斟酌取舍。蓋是書一九六八年以後之新版，其時尚未問世，而現代科學技術日新月異，新詞迭出，勝義紛陳，縱旁搜互證，亦難免掛一而漏萬。故除以上述一書爲藍本外，仍須參考其他專書及較新之學術期刊。尤以化工、電機兩類，參稽之文獻獨多。見石延平教授及溫鼎勳教授所撰之小序，此不贅及。所有工科六類，雖難期內容咳備，列釋至當，然慶琰於校閱之餘，往還磋商後定稿，覺已具相當水準，當可供學術界人士參稽及青年學子研索之需。藉以適當發揮，辭書應有之功能也。六類之文字，或繁簡互見，文白合參，體例或未盡一致，不免微疵。委編機構以定有程限，思有以早日問世，同人失檢之處當尚不少耳。

編書難，編纂辭書尤難，選辭之如何汰蕪存菁，功在慎於擇別；釋辭之求其深入淺出，義亦存乎去取。若比較異同，折衷歸納，非學養有素，識見宏達，實難以饜衆望而利實用；此於科技辭典爲尤然。同人不敢，曷敢侈言貢獻，不過盡其棉力而已。

岫老盡瘁於文化出版事業者垂七十年，嘉惠士林，厥功甚偉。茲不論古今專書之輯印，僅言近年主持出版之辭書一項，先有「雲五社會科學大辭典」，內容粲然大備。繼有「中山自然科學大辭典」，自云未盡愜意。今茲續出「中正科技大辭典」，自籌議以至成書，歷時兩載有餘，集醫工農諸學專詞於一編，堪爲巨製，且屬空前。慶琰等承委囑編纂工科部分，上體岫老之精誠，~~雖敬謹從事，愧未能仰贊鴻庥於萬一。摘疵糾謬，與夫補苴罅漏，是有待於賢者。~~

盛慶琰謹序於國立交通大學 六十七年六月

化學工程之部序言

近三十年來，石油和天然氣成爲化學製造工業的主要原料；石油化學工業發展迅速。中正科技大辭典的化學工程部份主要是包括石油、石油化學、各種化學品、紙、纖維、塑膠等的製造、性質及用途；同時也包括化工廠的各種單元操作。所採用的資料主要是D.M. Considine主編的Chemical and Process Technology Encyclopedia (McGraw-Hill, 1974出版)。

本書的編譯由國立成功大學化學工程學系及化學系；吳振成、田憲儒、郭人鳳、陳陵援、周澤川、葉茂榮、郭建志、韓忠義、鄺正德、莊孝根、陳志勇、王家龍、江景明、黃奇諸位先生共同負責，深表感謝。

王董事長岫廬先生和盛院長慶琰給予編輯化學工程部分的機會，尤其是感謝

。

石延平於國立成功大學化工系

中正科技大辭典

工科 化工分科

A

Absorption 吸收

吸收是混合氣體中可溶解之成分溶入液體溶劑的一種輸送現象。其逆操作為自溶液中提出某一成分至氣體之現象，稱之為汽提（stripping）或去吸收（desorption）。

吸收現象之產生可為(1)純物理吸收；即利用溶質在溶劑之溶解度。(2)伴有化學反應：即溶質與溶劑間會產生化學反應，或加入試藥至溶劑中而該試藥能與溶質起化學反應，這兩種情況都能提高溶劑對溶質之吸收力。

加入試藥至溶劑中以提高溶劑對溶質之吸收力，通常選用的試藥是試藥與溶質產生的化學反應為可逆反應，試藥可才再生，循環使用。例如自然料氣中以氫氧化鈉水溶液吸收二氧化碳： NaOH 水溶液吸收 CO_2 後形成 Na_2CO_3 水溶液，此反應是一不可逆反應。 Na_2CO_3 水溶液繼續吸收 CO_2 形成 NaHCO_3 水溶液，而 NaHCO_3 可加熱使之分解為 CO_2 ， H_2O 及 Na_2CO_3 ，如此又產生 Na_2CO_3 水溶液，繼續用來吸收 CO_2 。

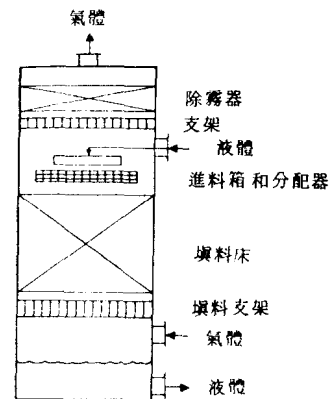
幾乎所有的吸收過程都伴有熱傳送現象產生，例如以水吸收 HCl ，或以硫酸自潮濕空氣中吸收水分。

設備：用於氣體吸收之設備約可分為五類：(1)充以填料之填充塔（packed tower），(2)噴霧塔（spray tower）將吸收用的液體以噴嘴噴入塔中，(3)泡罩吸收塔，(4)濕壁塔吸收塔（wet wall column），(5)攪拌槽。在以上五種設備中最常用的是填充塔。

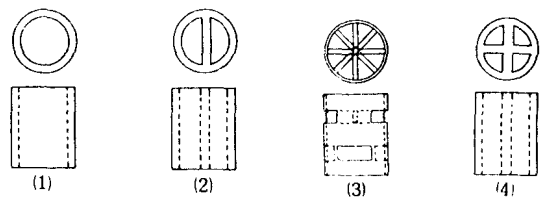
設計因素：要設計吸收工廠必須先知道(1)氣體流速，(2)氣體之組成，(3)氣體溫度，(4)操作壓力及吸收塔所能承受之最大壓力降，(5)進出吸收器的溫度及必需排除溶解熱，(6)吸收塔之操作壓力，(7)吸收塔內之機械設計，如分散板，填料支撐板等，(8)設備材料及製造。

填充塔。

填充塔被廣泛用作吸收塔，因其比泡罩塔設備費便宜，而且氣體在其中是呈擾流（turbulent）狀，因此在氣相部分的質量傳送效率很好。填充塔本有一很大的缺陷即是填料的重量使得塔之設計困難，但由於塑膠填料的產生解決了此一問題。填充塔構造相當簡單如圖一所示。



圖一 典型的填充塔



- (1)陶瓷拉西環 (Rasching ring)
(2)陶瓷勒西環 (Lessing ring)
(3)塑膠
(4)陶瓷交叉環 (cross partition ring)

圖二 較具代表性的填充物

典型的填充塔，是一中空之圓柱體內含支撐板及再分散物（redistributor）來支撐填料。填料之上方有一液體分配板使得所有填料之表面均充分潤濕。有許多不同形式的填料，從價錢、有效面積、壓力降、重量、抗腐蝕性觀點看來，各種不同的填料各有其優點。圖二所示是幾種典型的填料。

設計要素：填充塔的直徑由液體，氣體的速率及物理性質，填料的形狀，裝填的方法來決定。可參見化工設計的手冊。

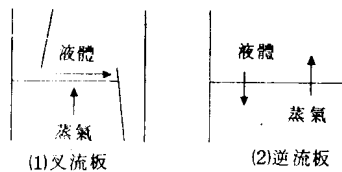
填料支撐板的設計並非絕對的。設計吸收塔時若採用同一形式及大小的填料，則選用填料支撐板時僅需注意到支撐板的空隙面積要大於填料塔中截面的空隙面積。

在吸收塔中，液體流過填料會在填料表面上形成液膜狀流過，而填料於質量傳送之效率即視填料表面形成液膜面積之大小而定。此面積決定於液體流與氣體流之分布性 (distribution)。決定分布性的因素有三：(1)塔是否垂直。(2)頂流液體分流板之設計，(3)液體流的長度。即二分流板 (distribution plate) 間之距離。當液體流過的長度增加時，液體有流向塔壁之趨向，所以當吸收塔之塔高超過十五英尺，就必需加裝再分流板。

液體分流器之形式有，(1)噴霧嘴，(2)多堰之組合 (multiple weir unit)，(3)噴嘴組 (multiple nozzle)。分流板亦可設計使其兼具填料支撐板及阻力液體沿塔內壁流下之功用。

盤式塔 (tray column)

盤式塔之板的構造有泡罩板，篩孔板等，此種設計也是為了增加液體，氣體之接觸面來作吸收或其他之用途。這種板通常可分為二類(1)叉流板 (圖二(1)) (cross flow plate)，(2)逆流板 (圖三(2)) (counter flow plate)。叉流板需要液體下流孔 (downcomer)，因為叉流板的質量傳送效率及操作範圍均較逆流板為大，所以被廣泛使用。叉流板下流孔 (downcomer) 設置的位置加以適當之設計，可控制液體於板上流動之形態，可增加傳送效率及操作穩定性。於吸收塔所用的板通常是泡罩板，篩孔板，或為此二形式之改良型。



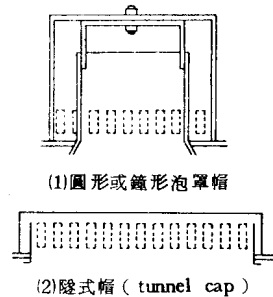
圖三 盤式塔中盤板的安排

泡罩之構造於圖四所示主要為一可升降之泡罩，此泡罩使液體不能下流而氣體却能經此往上流。氣體氣泡往上流時必穿過板面上之液體，如此增加了氣-液接觸面。圖四(2)所示為泡罩板的另一種型式。

篩孔板是靠著氣體的動能使得液體不會自篩孔中流下，而在板上維持相當深度，而氣體却能經由篩孔往上流，這樣在板面上的液體中就有著相當多的氣體氣泡可以進行質量傳送。

除了上述二種板之外，一直有質量傳送效率更高的

板的發明。



圖四

吸收塔操作上之問題：當塔中有溢流 (flooding) 現象產生時，吸收的操作便不穩定。若氣體流不能均勻分布而只順著某路徑大量流上時，塔的操作效率會降低。溢流的產生是由下流管所產生的液柱高不足抗拒板上下之壓力差而使得氣體直接經下流管上流，所以不能產生大量的液氣接觸面。

另有一種現象稱之為蒸騰 (priming)，這是由於下層板的泡沫 (foam) 到了上層板，因此氣體上升就會受到較大的阻力，需要較高的壓力差才能使氣體上流。霧沫現象 (entrainment) 因而發生，減低了質量傳送之效率。

如表所表示幾種吸收系統之比較，這表是基於相似的幾何形狀及相似的流動之特性來比較。

表 具代表性的吸收系統的質量傳送性質

系 統	影 響
氨—空氣—水	液相和氣相控制，化學反應控制
空氣—水	氣相控制
二氧化硫—空氣—水	液相和氣相控制
二氧化碳—空氣—乙醇胺	吸收伴隨化學反應
二氧化碳—空氣—碳酸鹽	吸收伴隨化學反應
乙醇—空氣—水	液相和氣相控制
SiF_4 —空氣—水	氣相控制，化學反應

填充塔與盤式塔的比較：

(1)填充塔於真空操作時優於盤式塔，因為填料所產生的壓力降小於盤式塔之壓力降，(2)如果液體會起泡則用填充塔，(3)填充塔內所能存積的液體量小於盤式塔，(4)當有固體粒子沈積問題產生時，用盤式塔則較易清除，(5)用於相同的吸收操作時，盤式塔之重量較填充塔輕，(6)當吸收操作過程中有較大的溫度變化時宜用盤式塔。因填充塔的填料受溫度之急劇變化時容易脆裂。(7)盤式塔中可加入溫度調節設置，

這優點在氣體溶解熱相當大時很有用。(8)傳送單元 (transfer unit) 需要相當多時宜用板塔, 用填充塔因塔過高液體流及氣體流不易均勻分散流動會成通道現象。(9)盤式塔所能處理之液體之量較填充塔為多。(10)填充塔較便宜而且容易處理腐蝕性的流體。

噴霧塔 (spray tower) :

最簡單的噴霧塔是一個空的圓柱, 液體自頂端噴下而氣體自底部引入。氣體自下往上流過霧狀液體, 造成大量的液—氣接觸面以進行質量傳送。這種吸收塔構造簡單, 製造費低, 且壓力降不大是其優點。但是其傳送效率不高。

旋風洗氣器 (cyclone scrubler)

用噴霧塔時氣體流速不能太快否則液體粒子會被氣流帶走。若是加裝一旋風噴霧嘴 (cyclone spray), 這樣液體粒子縱使被氣體帶上, 但因離心力之作用, 液體粒子未被氣體帶走之前會碰到器壁而落下, 而不致被氣體帶出。

攪拌吸收器: 欲使氣體先被液體所吸收而後與液體中某成份進行反應時, 所用的吸收器為一攪拌之容器。因為採用盤式型吸收器時, 液體於塔中的停留時間不夠。攪拌吸收器的優點是所耗動力小, 容器不大, 但其所能處理的氣體流量低。

濕壁塔 (wetted wall column)

這種設計通常用於氣體溶解熱很大而熱量需即時除去的情況。例如 HCl 的吸收塔, 是由數根石墨管構成濕壁塔來吸收 HCl, 而所產生的溶解熱可於石墨管外通冷水加以去除。 (莊孝根)

Absorption of Acidic Gases

酸性氣體的吸收

將氣體處理以除去其中的酸性成分如 CO_2 , H_2S , 及硫化物, 這種程序愈來愈重要。氫氣被大量用於製造 NH_3 , 及用來除去液體燃料中的硫, 用於這種用途之氫氣必須先除去其中的酸性氣體。天然氣使用前必先除去酸性氣體。以往有些天然氣井因酸性氣體形成份濃不予開採。今日, 由於天然氣需要量大, 而加以開採, 因此一些去酸性氣體之程序應運而生。其中的一個程序 (見圖) 用以除去含酸性氣體中的 H_2S , CO_2 , COS 及硫醇等, 這個程序可用來處理天然氣、氫氣、乙烷、丙烷等氣體。

此程序是用傳統的吸收和再生的循環過程。含酸氣體與稀薄溶劑於室溫下逆向流過。酸性氣體被溶劑吸收

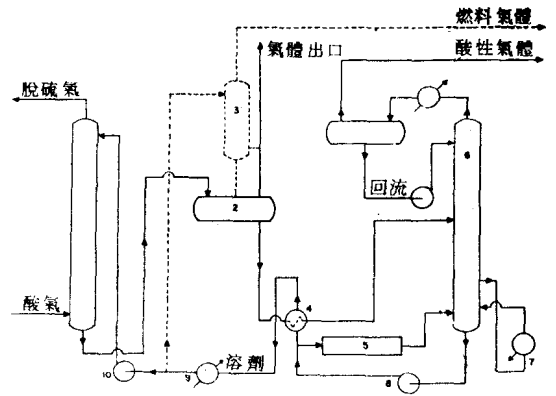


圖 除去酸性成分的氣體處理程序

1. 接觸器, 2. 溶劑吸收槽, 3. 燃料氣體接觸器,
4. 熱交換器, 5. 回收器, 6. 汽提器, 7. 重沸器,
8. 溶劑昇壓器, 9. 溶劑冷卻器, 10. 高壓溶劑泵。

。吸收酸性氣體之濃溶液在一較低壓下驟沸 (flash), 先去除了濃溶液所含之碳氫化合物及氫氣, 而後濃溶劑在稍高於大氣壓之壓力下, 以汽提塔, 分離其中的酸性氣體使溶劑再生。

脫酸性氣體的流程可因特殊的目的而加以改變。例如當氣體中硫化氫之含量相當多時, 驟沸所生成之氣體含有硫化氫不能將其隨即排放到大氣, 而將之導入一燃料氣接觸器 (fuel gas contactor), 處理後之氣體可當做工廠之燃料。當氣體中二氧化碳之量相當多時, 濃溶劑在驟沸室可予加熱, 以利二氧化碳逸出。如希望將脫酸過程中所生的硫化氫, COS , 及硫醇加以應用時, 得另加一套吸收設備吸收硫化氫, COS , 及硫醇。

此程序所用的溶劑為四亞甲基磺 (sulfolane) 及二異丙醇胺 (diisopropanolamine) 之混合液。四亞甲基磺是具物理吸收之溶劑。二異丙醇胺與酸性氣體形成酸鹼反應。吸收過程不受壓力之影響。

採用混合溶劑的優點是: 於吸收時, 不論該酸性氣體成分的分壓低或高都能有著良好的吸收速率。於溶劑再生時, 稍減低壓力使得濃溶液沸騰, 即有氣體即可逸出, 可減低汽提塔的热量消耗。

此程序用的溶劑不會起泡所以可在氣體流量很高之情況下操作, 於溶劑中加入某些管路防腐蝕劑會使吸收塔起泡, 但只要加入些發泡抑止劑、或改換另一種不影響防腐蝕劑即可。

當氣體中只有少量的硫化氫存在時, 此程序不會產

生碳鋼的腐蝕問題。氣體中不含硫化氫時，設備所需不銹鋼的用量可減至非常少。程序中可不用防腐蝕劑。

溶劑再生所需的熱量很少，以產生每磅酸性氣體所需蒸汽之量為標準來比較，用上述溶劑所需之熱量不及以乙醇胺（monoethanolamine）當溶劑所需熱量之半。程序中，有一輔助的過濾器及再生器。過濾器裝於溶劑流程的一支流中，以去除溶劑中的固體粒子。溶劑亦可能變質而產生沸點較高的不純物，這不純物可於再生器中除去。

溶劑會因汽化、化學反應及機械運作而有損耗，但損耗較少。正常情況下，去除百萬立方呎的酸性氣體後，其損耗尚不及一磅。二異丙醇胺會與二氧化碳反應生成二異丙醇胺—噁唑烷酮（diisopropanolamine-oxazolidone）。故當其去除一百萬立方呎之二氧化碳氣體時其損耗約為五磅到二十磅。其損耗相當可觀，因此每隔一段時間需加以補充。

應用：

此程序的兩種溶劑可以不同的比例混合以適合不同的需求，如自蒸汽—甲烷重組生成氫中去除二氧化碳與自高含硫量的燃料氣體化生產的氫中去除二氧化碳，硫

化氫，COS，二者所用溶劑的比例便不同。

天然氣中硫化氫的含量可從數個 ppm 到 53 莫耳百分率，二氧化碳的含量自 11 到 28 莫耳百分率。此程序用於去除天然氣中的硫化氫、二氧化碳時得注意下列幾點：

1 在含酸氣體中不得有液體之碳氫化物存在，通常酸性氣體的分壓要大於每平方吋 50 磅。

2 在二氧化碳及硫化氫分壓不高的氣體中要除去氣體中所含的 COS，CS₂ 及硫醇時，氣體的總壓力要大於 500 psi，但於特殊情況下則無需此等高壓，如自氣體丙烷中去除少量的 COS。

3 溶劑之再生耗費不多，若天然氣用此程序處理之後可使其中(1)H₂S 的含量小於 0.25 g/100 scf，(2)CO₂ 含量小於 0.3 mole%，(3)硫醇含量小於 0.2 g/100 scf，(4)含硫總量小於 1.0 g/100 scf。將此程序稍加修改，處理後之天然氣中硫化氫的含量減低為 0.05 g/100 scf，二氧化碳的含量減低為 100 ppm。

此程序中所使用的溶劑 sulfolane 對分子較高的碳氫化物尤其是芳香烴族有很大的親和力。因此，去酸，或是去硫化物的過程中，得注意進料中是否有分子量較

表一 SULFINOL 程序處理天然氣之溶液循環量及再沸器蒸汽用量

項 目	氣 體 (A)	氣 體 (B)	氣 體 (C)	氣 體 (D)
接觸槽壓力，磅 / 平方吋	1,000	1,000	1,000	1,000
進料氣體溫度， °F	110	110	110	110
進料氣體流量，百萬 scf / 日	100	100	100	100
進料氣體成份，莫耳百分濃度				
H ₂ S	0.65	20.1	51.5	0.10
CO ₂	8.73	2.0	3.5	18.00
N ₂	2.37	1.4	8.6	0.70
C ₁	87.90	71.5	25.8	80.94
C ₂	0.35	2.0	5.8	0.17
C ₃	...	1.7	3.2	0.05
C ₄	...	1.1	1.6	0.04
C ₅	...	0.2		
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
COS，克 / 100 scf	3.0	7.3	8.4	
RSH，克 / 100 scf	2.1	1.5	3.1	
硫化氫對二氧化碳之比	0.0744	10.05	14.71	0.0056
脫臭氣中硫化氫含量，克 / 100 scf	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25
脫臭氣中二氧化碳含量，克 / 100 scf	< 1.0	< 1.0	< 1.0	2.0
脫臭氣中含硫總量，克 / 100 scf	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
循環溶液流率，加侖 / 分鐘於 110°F	1,483	1,748	2,366	2,167

溶劑之所能處理氣力的能力, scf 酸性氣體 / 加侖	4.39	8.78	16.14	5.24
再沸器蒸汽用量, 磅 / 小時	69740	111440	156010	99600
再沸器蒸汽用量, 磅 / 一加侖溶液	0.78	1.06	1.10	0.77

重碳氫化合物或芳香烴之存在。若有則要先加以分離，通常是用驟冷的方法來分離。

表一為四種不同成分之天然氣以此程序處理所得的數據。由表中可見酸性氣體對溶劑的溶解度相當大。溶劑再生的耗費相當少。再沸器中所需的蒸汽量與熱交換器的效率有關。

表二 SULFINOL 程序用於合成氣 (synthesis-gas) 時的操作數據

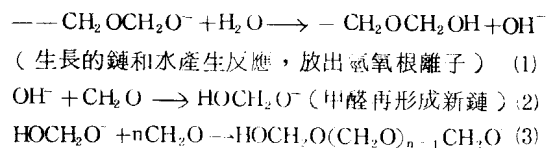
氣體進料, 百萬 scf / 日	13.71
硫化氫含量, 體積百分率	0.36
二氧化碳含量, 體積百分率	5.20
COS 含量, 體積百分率	125
吸收壓力, 磅 / 平方吋	588
吸收溫度, °F	104
吸收塔之板數	30
純化後氣體, 百萬分之一	
硫化氫含量	0.5
COS 含量	0.3
二氧化碳含量	25
每平方吋 5.5 磅之壓力的水蒸汽的消	1.9
耗電量, 千瓦小時 / 一磅酸性氣體	0.015

表二是, 自部分氧化重燃料油所得到氣體之中碳氫化合物去除 COS 及酸性氣體的結果。在氣體中碳氫化合物 H_2S 的含量 0.3~1.2%, COS 的含量 100-500 ppm。(莊孝根)

Acetals 縮醛

縮醛是一種熱塑型樹脂, 主要是從甲醛或其衍生物製得。縮醛有單質聚合物和共聚合物, 其特性見表一。

製造——甲醛的聚合反應可利用含有第三胺 (tertiary amines) 及第四銨鹽 (quaternary ammonium salts) 的離子起始劑進行。用鏈鎖移動 (chain transfer) 控制其分子量的大小。反應如下列方程式:



表一 縮醛樹脂之特性

	單質聚合物	共聚合物
拉伸強度, psi 在 23°C (73°F)	10,000	8,800
伸長率%, 在 23°C	25	60
衝擊強度, ft-lb/in, 在 23°C (沒有裂痕)	20.5	20.0
彈性係數, psi, 在 23°C (張力)	520,000	410,000
抗撓降伏強度, psi, 在 23°C	14,100	13,000
抗撓耐力極限, psi, 在 10 ⁷ Hz	4,400	3,300
熱變形溫度, 在 264 psi 負荷	124°C	110°C
熔點 (結晶形)	175°C	165°C
吸水性, % (24 hr)	0.25	0.25
硬度, Rockwell M	94	80
比重	1.42	1.41
介電常數, 50% RH 在 23°C	3.7	3.7-3.8
耗損因素, 10 ⁶ Hz, 23°C	0.0048	0.006

聚甲醛二元醇以末端包覆 (end capping) 處理以形成穩定的聚合物, 此即商業用的縮醛樹脂。環狀三聚甲醛 ($\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{OCH}_2\text{O}$) 也可用做單體以產生聚合物, 所製成的樹脂和以甲醛製成的具有同樣性質; 但需用三氟化物或其他路易斯酸 (Lewis acids) 當做起始劑。若於聚合反應中有環氧乙烷 (ethylene oxide), 或 1,3 二氧五環 (1,3-dioxolane) 的單體存在, 則形成縮醛共聚合物, 而聚合物鏈中會有環氧乙烷基 ($-\text{OCH}_2\text{CH}_2-$) 存在。

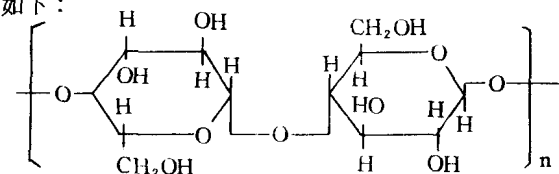
化學抗性——縮醛可抵抗大部份的普通有機物, 例如酯、醛、醇、醚、二元醇、烴、肥皂、酮等。但不可曝露在高溫中過久。對氧化劑和強酸則呈較小的抵抗性; 共聚合物可抵抗弱鹼。一般來說, 縮醛不適用在抵抗輻射, 氣候, 燃燒, 及強酸、強鹼等。

成形及用途——產物可用一般的射出成形及擠壓成形。縮醛廣泛應用於機械零件上, 例如軸承、凸輪、齒輪、彈簧、扣鏈齒及外殼等, 也可用於金屬物與電子零件上。(陳志勇)

Acetate Fibers 醋酸纖維

醋酸纖維是指以醋酸纖維素 (cellulose acetate) 為基本聚合物所做成的一切紡織纖維。一般分為兩類，一種是由完全醋酸化的纖維素所做成，稱為三醋酸纖維 (triacetate fibers)，另一為部分水解三醋酸纖維而生成的第二醋酸鹽，或簡稱為醋酸纖維。醋酸纖維是一種用量極多的商品。美國於 1969 年的消耗量為 4.98 億磅。大部份用做紡織纖維，連續性的細紡織纖維約占該量的 90%，其餘為定長纖維 (staple) 及香煙濾嘴用束纖維 (tow)。

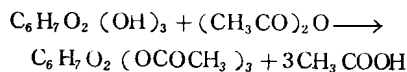
製造化學——醋酸纖維素製造的基本原料是高度純化的纖維素 (cellulose)。纖維素是以纖維雙糖 (cellobiose) 當做基本構造單位而成的聚合物。其分子式如下：



纖維雙糖則是由兩個去水葡萄糖，以 $\beta-1, 4$ -葡萄糖苷 ($\beta-1, 4$ -glucoside) 鍵結而成。每一去水葡萄糖是一個三元醇，其 2, 3 位置各有一個二元醇，而 6 一位置則為第一醇。

醋酸纖維素是將纖維中的三個 OH 基酯化所製成。取代度 (degree of substitution) 是產物重要的性質。而取代度乃指每一去水葡萄糖中被酯化的氫氧基的平均數目。當然最大的取代度是 3.0，相當於三醋酸纖維素的取代度，但實際上商業產品的取代度為 2.90 至 2.95。第二醋酸纖維素的取代度是 2.35 至 2.40。

酯化過程中纖維素並不和醋酸直接反應，而是在催化劑及溶劑中，和醋酸酐 (acetic anhydride) 反應，通常所用的催化劑是硫酸，溶劑是冰醋酸。下面是製造三醋酸鹽的整個反應式：



$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3$ 表示纖維素分子中一個脫水的葡萄糖 (anhydroglucose)。第二醋酸纖維素是將三醋酸纖維素溶液水解而製得。大約是每五個醋酸酯水解一個，然後停止反應，產物由加入更多的水洗滌而出；如此間接製成第二醋酸纖維素是為了使產物中的乙醯基 (acetyl groups) 及氫氧基能有一較任意的分佈，以增加在丙酮

的溶解度。丙酮乃是在紡絲過程中所需的溶劑。

製造程序——大部份工廠還是用分批法 (batch process) 製造。一般而言，木質紙漿是用仔細乾燥過的高 α 型 ($> 95\%$)，但也不要過度乾燥，否則會導致硬斑點，使紡絲濃液 (spinning dope) 形成無法溶解的膠體粒子。製造三醋酸纖維素所用的醋酸酐是由乙烯酮 (ketene) 和醋酸作用而生成。乙烯酮可由醋酸或丙酮催化裂解而得。醋酸纖維素的製造是醋酸酐的主要最終用途，因此一般醋酸纖維製造廠家替自己生產醋酸酐。如此乙醯化反應所生成的醋酸能循環再利用。

乙醯化反應主要是擴散控制 (diffusion-controlled)，因之製造程序的開始須將片狀或圓筒狀的紙漿攪碎，以便在乙醯化過程中反應劑容易滲透進入。使用的裝置內不要充滿紙漿或是還沒有乙醯化的纖維，否則易產生膠體粒子。然後將碎的紙漿以冰醋酸處理，在此預先處理步驟中溶液可含有部分或全部的硫酸用量 (催化劑)。此預先處理的目的在膨脹紙漿中的纖維素而增加乙醯化試劑的吸收。醋酸的用量大約是和纖維素成 1:1 到 3:1 的比率。至於處理的時間則視溫度而定，可自 1/2 小時至數小時不等。預先處理步驟可在一個個別的反應器中進行，也可以在乙醯化槽中進行。攪拌使硫酸及醋酸能迅速且均勻的滲透到紙漿。在這步驟中，若有硫酸存在，醋酸則開始與纖維素反應並降低纖維素的最初分子量。此種解變反應 (degradation reaction) 繼續發生於整個乙醯化反應或水解反應。解變反應是需要的，因為降低分子量使紡絲液有一適當的黏度。

處理過的紙漿隨之和乙醯化所用的試劑反應，此試劑是由醋酸酐和醋酸 (2:3) 及剩下的硫酸 (5~20% 視纖維素之量而定) 組成。因為它是放熱的反應，所以在進行乙醯化時須保持低於 50°C 的溫度。一般操作時，將試劑先冷卻至零度左右，再倒入有紙漿的反應槽中，同時需要不斷的攪拌及槽外冷卻。生成的混合物大約含有 10~14% 的纖維素和比化學反應平衡計量為高 5% 的醋酸酐。反應在仔細的溫度控制下進行 5 至 10 小時，或紙漿完全溶於乙醯化用的混合液。此時紙漿中的纖維素已完全乙醯化，而形成三醋酸纖維素。若三醋酸纖維為所要產品，過量的醋酸酐用醋酸的水溶液破壞，三醋酸纖維素沈澱，洗濯，烘乾而製得。

製造第二醋酸纖維素時，則將過量醋酸酐和水 (醋酸的水溶液) 反應，密切的控制適當溫度。當這些醋酸酐反應完時，再加入水，使混合溶液中含 10 到 30% 的水，促使三醋酸纖維素水解一段時間，直到取代度約為 2.35

到 2.40。水解的時間和溫度極有關係，在室溫時要 24 到 60 小時，假如溶液加熱至 70 到 80°C，則需 4 到 8 小時，這是目前常用的方法。在水解過程中，纖維素之含硫酯 (sulfo ester) 也被水解。水解所產生的酸可加入醋酸鈉或醋酸鎂中和。水解完後，加進更多量的水使第二醋酸纖維素沈澱，其目的是使產品成為多孔，鬆片狀的物質，而非粉狀或顆粒狀。以便在洗濯過量醋酸時提供最大量的暴露表面。洗濯是用逆流法。蒸餾洗濯液以回收醋酸。最後用一般商業用的乾燥機乾燥再輸送至貯藏箱。

纖維紡絲 (fiber spinning)：利用乾紡法，醋酸纖維自其丙酮溶液抽成纖維。乾紡加工依強迫聚合物溶液經過金屬板上的很多抽絲小孔，再進入含有熱空氣的長形箱，以蒸發掉溶劑，固化絲紗，上油並捲在繞線筒上。

程序開始時要摻合幾個不同反應器製造的片狀醋酸纖維素。其目的在保證其化學組成的均勻。化學組成的均勻度對紡紗的均勻着色性十分重要，特別是乙醚含量。混合摻和後的片狀醋酸纖維素，再於水平或垂直混合器內溶解於丙酮水溶液。混合操作可用連續法或分批法。最後的混合溶液組成大約含 25% 醋酸，72% 丙酮和 3% 的水。水在這裡的功用是丙酮的共溶劑 (cosolvent)，可降低紡絲液的黏度。混合完全時，黏度是 900 ~ 1000 P。當混合階段時加入 1 或 2% 程度的二氧化鈦於濃液 (dope) 中，當作去光澤劑用。現今大部份的醋酸纖維素是無光澤型，在此步驟可加入染料，做成染色紡紗。混合的濃液然後通過板框過濾機過濾數次，用木質紙漿和棉花當過濾介質。抽絲機所用紡嘴 (spinneret) 的小孔的口徑極小 (直徑 0.0015 ~ 0.0025 吋)，所以必需過濾多次以保證紡絲時能連續不斷。過濾後的濃液放入儲藏槽內，以使氣泡由濃液上面冒出。接着將濃液用馬達打到抽絲機，每部機械大約有一百個以上小孔，經小孔製成單一紡絲的醋酸纖維素。濃液被經過一計量泵，以正確控制紡紗的丹尼爾 (denier) (丹尼爾 denier 是生絲、人造絲等的粗度單位，450 公尺之絲重 0.05 克時，稱為一丹尼爾)，然後通過小的過濾器和熱交換器使溫度升高到 50 ~ 70°C。此可降低濃液的黏度及紡絲出口的壓力。在紡絲紡嘴 (spinneret) 通常放一圓形的過濾網，進一步移去膠體粒子及塵埃。

紡絲的紡嘴是用不銹鋼所做成，有 14 ~ 100 個小孔，依所欲紡絲之丹尼爾而定。每個小孔直徑是 0.0015 ~ 0.0025 吋，由此小孔出來的絲再進入約 10 ~ 20 呎

長的直立紡絲管，口徑是 6 ~ 12 吋。這裡面通入熱空氣，以蒸發丙酮溶劑，並且使絲固化。丙酮和空氣則利用活性木炭吸收，然後通以蒸汽來汽提 (stripping) 丙酮溶液，隨之蒸餾回收丙酮，一般工廠的回收率約 99%。

紡絲經過紡絲管後，再經塗油器，使其表面覆蓋一層油質。這有二項功用：潤滑紡紗，以減少紡織加工時之摩擦；且可防止或消除某些疏水性醋酸鹽紡紗之靜電。塗油量約占紡紗重量 2 ~ 3%。隨後，紡紗通過一轉動的導絲輪 (godet)，使紡紗得以由噴嘴進入長管，然後用捲線筒 (bobbin) 或管子將紗捲好。

紡絲的速度決定於紡織品的丹尼爾，空氣速度，溫度及濃液的溫度，組成與紡絲管的長度。一般的速度是 500 ~ 750 公尺 / 分。三醋酸纖維素和二醋酸纖維素是用大約相同的過程處理，只不過三醋酸纖維素一般用 90 : 10 的二氯甲烷、甲醇混合液當做溶劑。除了溫度與紡絲速度略異外，其餘過程相同。

醋酸酯紗 (acetate yarn) 之性質——商用的醋酸酯紗或三醋酸酯紗大約是 45 ~ 900 丹尼爾，但絕大多數在 55 ~ 150 丹尼爾之範圍內。而紗內的絲狀纖維 (filaments) 為 11 ~ 240，所以每個絲狀纖維的丹尼爾是 3 至 4，在此丹尼爾範圍內乾紡加工可得到最佳的操作。經過這種處理出來的紗是有光澤，吾人可用 1 ~ 2% 的二氧化鈦去光澤，然後加入溶液顏料或塗料染色之。生成的大部份纖維素有著鋸齒狀截面，其原因是當纖維在紡紗管與熱空氣接觸，溶劑蒸發而經過纖維的硬層 (rigid skin layer) 所生成。改變紡嘴的小孔的截面形狀可增加絲的體積而不必增加絲的重量；例如，小孔不用圓形，而用三角狀，則抽成 Y 形截面的絲。

熱性質——紡織纖維的兩個最重要熱性質是玻璃轉化溫度 T_g (glass transition temperature) 及熔點。前者決定結晶的溫度，高於 T_g 則會結晶，而引起熱定作用 (heat setting)；後者決定纖維可以受熱的最大安全溫度，例如燙斗的溫度。由於二醋酸酯是氫氧基任意取代而生成，顯示出較少結晶度，因此不能引起結晶及熱定作用。相反地，三醋酸酯是一個立體規則的分子，能夠結晶。可以在短時間內加熱到約 205°C 以上而結晶，這是兩種纖維素最大的不同地方。三醋酸纖維素在拉緊狀態中，於 240°C 下加熱 30 秒，還保持它在低溫時平面幾何形。在此溫度做成的褶皺 (pleats and creases) 在一般的使用可以保持。三醋酸纖維素由於有這種因素，所以適於做隨意處置 (easy-care) 的紡織品。而