

輕拂塵封話 STS--兼談 1970 年代 工業化學見習參訪工廠之變遷

紀恭謙

臺北市立第一女子高級中學

壹、前言--STS 教學之舊事拾遺

民國 84 年筆者曾與任教北一女中的化學科同事周芳妃老師，共同參與國科會的一項研究計劃：「STS 模組教材之開發與研究」。當時 STS 教學的研究，在台灣方興，也適逢教育部委託台師大環境教育中心培訓台灣地區國中各科教師，大力推展由聯合國教科文組織 (UNESCO) 所推薦的「多科性融入式環境教育課程」(multidisciplinary infusion curriculum of environment)。學員結訓返回崗位，劍及履及的推展環境教學；而隔年則正逢美國學者 Pedretti(1996) 結合環境與 STS 取向，提出 STSE(科學-技術-社會-環境)之教學模式，以行動研究來建構 STSE 之相關教學。一時之間，科教界熱鬧滾滾，台灣地區之中小學，處處可見深具教育熱忱的教師，在 STS 以及環境教育的園地裏灌溉的足跡。

STS 教學是以生活中的科學問題或社會議題為教學的主題，學生為教學活動的中心，是一種「問題」導向的學習方式。有關 STS 教學的模組，Graham(1986)曾經從教學策略點出四個主要成分，包含：社會議題、科技過程與發明、科學概念與原理、

決策與問題解決等項次。Aikenhead(1992) 則對有關 STS 的教學內容和呈現的順序，建議如下：

1. 先提出一個與科學相關的生活中問題或書報文章中的議題。
2. 引介與此問題相關科技層面之粗淺概念。
3. 以生活中的問題或社會議題，引起學生對科技知識及科學內涵的需求動機。
4. 經由科學概念及技能的學習，了解科技的深層原理。
5. 回饋到社會層面，以解決所面對的問題，並做一負責任的明智決定。

至於 STS 議題的選擇，Heath(1992) 則指出應以下列五個考慮的面向作為準則：

1. 與學生的生活有相關性和應用性。
2. 考慮學生的認知發展和社會成熟度。
3. 活動議題對於當今社會和學生同等重要。
4. 活動議題應使學生具轉換知識於社會脈絡的能力。
5. 活動議題應符合學生的興趣。

國內外科教學者，對於 STS 教學方式，在上述原則下，各有巧思與建議，諸

如主張善用：資料蒐集、調查訪談、小組討論、角色扮演、反思與批判、發散性思考、價值澄清、...等等方法。

英國自 70 年代(指 1970 年，以下同)即已倡行 STS 教育，並在 80 年代之初，由科學教育協會(Association of Science Education ASE)發展課程與教材；美國則由其國家科學教師協會(The National Science Teachers Association NSTA)於 80 年代引領 STS 教育風潮；日本在 90 年代引進 STS 教學，將其精神納入新課程之中，並一直持續至 2000 年之後新課程之修訂。我國則在 90 年代經過一陣子醞釀之後，終將 STS 教學所欲培養的一些核心能力，例如 NSTA 學者 Yager(1992)所指的「概念」、「過程技能」、「創造力」、「態度」、「應用與連結」等五個學習領域能力，融入於九年一貫課綱「自然與生活科技學習領域」課程所欲培育的「八項科學素養」內涵之中，並具體架構於課程之「分段能力指標」上。課綱中並明訂：教學需兼顧「環境教育」等六大社會相關議題。

九年一貫「自然與生活科技學習領域」課程，在其「基本理念」之第四點提到：「自然與生活科技之學習，應以學習者的活動為主體，重視開放架構和專題本位的方法」；而在其「課程目標」中，第六項則明定為：「查覺和試探人與科技的互動關係」，從這些開宗明義的宣示，都可看得見 STS 教學理念的影子。

民國 97 年，「國民中小學九年一貫課程綱要」修正公布之後，教育部接著發布

「普通高級中學課程綱要」及「職業學校群科課程綱要」(涵蓋化工、商管、動力機械、設計四群)以與九年一貫課程相銜接。從上述高中職課綱之「課程設計原則」都提到「各校應將生涯發展、生命教育、性別平等教育、法治教育、人權教育、海洋教育、環境教育、消費者保護教育等重要議題，納入相關的課程之中」，可見在高中職階段，STS 教學仍為受重視的一環。其實，如果考量高中職學生「認知的發展」以及「社會成熟度」的增長，可以想像其 STS 教學模組教材的開發與設計，應是更有可觀的。

至於 STS 理念如何配合現行九年一貫以及高中職課綱來實施教學，依國內實施現況，在國小階段因升學壓力較輕，大多參考 Jarcho(1985)所提五種方式，即：

1. 選擇小主題融入課程單元中。
2. 發展一獨立單元。
3. 發展一學期(年)課程作為選修。
4. 發展持續數年的 STS 課程。
5. 強調 STS 跨科目整合。

這些方式因現行中小學各校，依課綱規定，已普遍在各校校務會議之下，設立本校(或跨校際)的「課程發展委員會」，執行當無困難；但在國中與高中職的三年級階段，若欲發展中長程課程，則不盡合適。此因國三之「免試」升學爭議未定，如不能真正免試，則「考科為重」是傳統上不爭的事實，因此恐在時間分配上，會排擠到其他課程的實施；高三則因上學期各校忙於準備「學測」或「統測」，下學期

也因大學多元入學申請之作業期程佔用太多心力，教學時間緊縮，若想發展中長程課程，恐將力不從心。因此國、高中階段，大多參考 Hickman(1987)等人所提方式：1. 將 STS 融入現存單元中。2. 延伸現有課程單元。3. 創立一全新課程單元。這些方式相對阻力較少。

談到 STS 教學，筆者就會回想起 70 年代在台師大化學系就學時的年度盛事——工業化學見習參訪工廠行程，以及神采熠熠、誨人不倦的授業恩師林繼庸教授的風範。70 年代 STS 教學尚未引進台灣，STS 之名稱亦未聽聞於科教界，但當時參訪工廠之許多見聞，現在回想，卻適於提供 70 年代後才風行的 STS 教學之設計。若單就當時之階段性教學功能而言，該項行程不但令修課同學大開眼界，而且有許多見習心得，可配合當時國、高中「部編本化學教科書」的教材內容，例如一些化工廠「單元操作」的見聞，可作為國中所教的溶解、過濾、蒸發、結晶、萃取、蒸餾、吸附等分離物質概念的補充教材；而一些化工廠的「單元程序」，如氧化、還原、中和、電解、酯化、水解、發酵、裂解、聚合、離子交換——等等，也都是國、高中化學教科書單元教學很好的補充教材。因此當時之參觀見習心得，對修課同學畢業後的教學生涯，是有很大助益的。

上述參訪過之工廠，多年以來歷盡滄桑，有些現時仍然存在，並穩定成長；有些風華不再而轉型，有些則已歇業撤廠。它們的興衰榮枯，見證了社會的變遷、文

化的激盪、科技的衝擊以及市場經濟的汰選。這些組合，在教材的功能方面，不僅本質上涉及原就存在的科技議題，也衍生出許多生活的議題以及社會議題，已包含了前述 Graham(1986)所提 STS 教學模組應有的四種成分，其中有些大的議題又內含許多小的議題。如能參考前述 Heath (1992)所提五種選擇 STS 議題的準則，再參照前述 Aikenhead(1992) 所建議的 STS 教學內容與呈現順序，應可開發出不錯的 STS 教學模組。因此筆者不揣淺陋，摘述當年參訪工廠時之一鱗半爪，並簡介其今昔之變遷，以供科教夥伴們在選用議題設計 STS 教學模組時之參考，期盼能收拋磚引玉之美。至於如何組織教材，深入設計 STS 的教學策略或行動方案，並不在本文論述之列。

貳、「先生緣，『學生』福」--75 教 叟 虎虎生風

愛因斯坦有一次在 Albany 紐約州立大學演講，曾藉稱讚某位才子講得不錯，而對教育下這樣的定義：「如果一個人忘掉了他在學校裏所學到的每一樣東西，那麼留下來的東西就是教育」。就 70 年代初畢業的台師大化學系校友而言，至今倏忽已歷四十餘載光陰，對當年在校所修習之科目內容已逐漸淡忘，但當校友見面時，一談起林繼庸教授所講授的工業化學課，以及他所帶領的參訪工廠行程，大多立刻興高采烈、神采飛揚，往事點點滴滴浮上心頭，充滿了懷念之情。這應該就是林繼

庸教授這位傳奇性老師所留給門生們的東西--「教育」吧!

台灣有句俗諺說：「先生緣，主人福」，這原是指：「能夠遇到投緣的醫師而治好疾病，是患者(東家)的福氣(機運)使然，因而才會有良性互動之功」。此句所稱之「先生」也可延伸意涵為「老師」或「開示者」；所稱之「主人」則可延伸意涵為「受教學生」或「求問主體」。對 60 年代末 70 年代初之台師大化學系學生而言，能夠受教於廣受愛戴的林繼庸教授門下，則是「先生緣，『學生』福」。70 年代之初，林教授在台師大講授工業化學時已經 75 歲，雖已超退休之齡甚多，但上起課來中氣十足，虎虎生風，幽默風趣而不失赤子之心，與學生相當投緣。當時林教授具國大代表身份，在台師大授課，只能兼任，所領取之鐘點費，扣除往返新店中央新村住家之計程車費，已所剩無幾，但林教授不但不以為苦仍樂此不疲。而為了認識同學，每週兩次、每次與三位同學共進午餐，由林教授埋單請客，約莫兩個月後，上課開始點名，林教授記憶力驚人，稍事張望一下，即可查知何人蹺課而專點其名，從此選修者近五十位同學，沒人敢蹺工業化學課。

林繼庸教授曾就學北京大學預科，並在北洋大學礦冶科肄業，其後留學美國最早設置工科的紐約州王色列理工學院(Rensselaer Polytechnic Institute RPI)化工科。畢業後回國曾任教上海復旦大學，擔任理工學院院長兼化學系主任，並參與抗

日工作以及抗戰時期國家工業建設與工廠遷廠後方之計劃，而後又赴歐洲考察參訪。行憲後當選第一屆國大代表。隨政府遷台後，曾任經濟部顧問及工業局委員，並被推舉為復旦在台復校之前置計畫-先設復旦高中(中壢)之第一屆董事會的董事長。林教授學驗俱豐，理論與實務兼備，且對國內外科技的發展與社會的變遷瞭然於胸，如數家珍；門生故舊廣被，教學資源豐富。

林教授雖選用 Reigel 編撰之 Industrial Chemistry 為教科書，但上課並非照本宣科，而是輕描淡寫以某些工廠議題引起學生學習動機，問了一些問題要學生回去思考、找資料討論；然後發下一些講義並摘要講解，這些講義是林教授在化工界的門生故舊幫忙搜集的寶貴教材，包括某些較先進的化工製程資料，有些甚至是某些工廠培訓內部員工的珍貴講義。學生在努力研讀之後，不覺讚歎老師張羅這些「祕笈」的廣大神通。

關於工業化學見習參訪工廠之行程，台北近郊及桃園以北的工廠，安排在學期中進行，新竹以南的工廠，則安排在寒假進行，全部由修課同學自行選擇、規劃、連絡，包括食宿、交通在內，以訓練學生辦事的能力。在以「系學生會」名義發函至所欲參觀的工廠，請求給予協助之時，大多遭拒。這是由於 70 年代各工廠普遍不重視公關(PR)，一些工商業機密又怕外洩，導致許多廠房門口高掛「謝絕參觀」的牌子。負責規劃、連絡的同學在屢遭挫

折之後，不得不請求老師出面電洽，沒想到林教授面子夠大，一些問題因此迎刃而解，不但參訪時，各工廠簡報詳盡，有問必答，還指派工廠高層陪同逛各廠房，對同學之現場提問，即問即答，學生的一些疑惑，霍然而解，受益匪淺。除此之外，印象中的中油嘉義溶劑廠廠長以及台碱高雄廠副廠長，都是林教授在復旦大學的門生，他倆還主動破費宴請我們這些同門學弟妹，上該地館子用餐，場面溫馨感人。而印象更深的是，在參訪環球水泥廠時，交通車從高雄縣湖內鄉省道，要轉進大湖通往環球水泥廠的公路(今之環球路)時，沿途環泥員工以鞭炮夾道歡迎，進入廠區後，赫見以紅布鋪桌之「辦桌」宴客陣仗接待，讓我們這些當年涉世未深的學生們真是受寵若驚。環泥廠長親自作簡報時強調，他接到台北總公司董事長的指示，特別吩咐要好好接待我們師生一行，以報答當初設廠時林繼庸教授在經濟部給予環泥的大力幫忙。廠長並自述環泥的經營高層俗稱「台南幫」，本土意識形態濃厚，從廠長到工友全部任用本省籍員工。但對外省籍的林繼庸教授的德望，他們公司上下十分敬重，故以高規格禮遇來表示竭誠的歡迎。這使得我們這些學生也感到與有榮焉，並對林老師的福份澤被門生，覺得慶幸與感恩。

參、參訪工廠今昔時空巡禮——機噏噏、汽轟轟；重重管槽，赫見煙囪

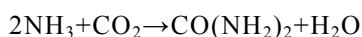
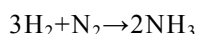
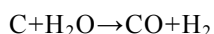
一、啟業化工廠(南港)

啟業化工廠完成於 1961 年，係為發展煉鋼與製造肥料原料而擘畫設廠。原先計畫以南港、松山、內湖各煤礦所開採之生煤作為工廠煉焦原料來源，先集中置放於南港火車站附近之煤場，再以連接火車站與廠區間之專用鐵軌將生煤輸送至廠內，移入煉焦爐內隔絕空氣加熱至 1000~1300⁰C，俗稱「乾餾」(Carbonization)。生煤經乾餾後，大部分成分即起熱分解作用，可產生焦炭(幾近純碳)與煤氣(含 H₂、CO、CO₂、CH₄、C₂H₆ 等)兩大主要產品，以及其他副產品，例如：氨、萘、煤焦油、瀝青...等物料。70 年代開始，因生煤之開採成本提高，礦脈也逐漸枯竭，啟業化工之地緣優勢漸失，之後又因大煉鋼廠發展一貫作業製程，自設煉焦爐供應煉鋼所需之焦炭，啟業公司之主副產品均面臨市場競爭壓力，且因台北都會區向外擴張，廠區附近住宅逐漸密集，工廠大煙囪所排放之黑煙以及廠區作業所造成之環境污染例如噪音、空污、水污等，引致鄰近社區居民抗議不斷，在民意及市議會之壓力下，1987 年台北市政府下令啟業化工廠停業。原址現已開發成「南港軟體工業園區」之一部分，公司則轉型為多角化經營，包含化工原料及成品之產銷、國際貿易以及房地產開發等多種營業項目。

二、台肥六廠(南港)

台肥六廠完成於 1960 年，是光復後台肥各廠中全新建廠之第一家，曾是東南

亞規模最大的尿素工廠，以生產液氨、尿素為主。原以隔鄰啟業化工廠所生產之焦炭為原料，以水煤氣法製造氫氣，氫氣再與來自液態空氣分離之氮氣反應，以 Haber-Bosch 法合成氨，氨再與二氧化碳反應製造尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，其各步驟之反應如下：



其後因該製程成本較高，無法在外銷市場競爭，多次改建，1976 年開始改用天然氣製氨，其各步驟之反應如下：

(一) 重組反應：

第一重組爐： $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$ (在 Ni 觸媒, 30atm, 750⁰C 之條件下反應)

第二重組爐： $\text{CH}_4 + \text{空氣} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2 + \text{空氣中剩餘之 } \text{N}_2$ (在 Ni 觸媒, 900⁰C 之條件下反應)

(二) 轉化反應：兩重組爐內生成之 CO，使之再與熱蒸氣反應生成 H_2 。

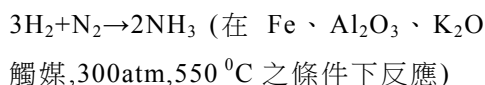
$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (在 FeO-Cr₂O₃ 觸媒, 400⁰C 之條件下反應)

(三) 除去生成之 CO_2 及少量未反應之 CO 以免傷害觸媒：

1. 併用熱 K_2CO_3 及乙醇胺 $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{OH}$ 吸收 CO_2
2. 以甲酸銅或碳酸銅之氨液吸收 CO

(四) 合成反應：適當調整兩重組爐之反應，使 H_2 與 N_2 之 mole 數比為 3:1，

將此混合氣送入合成塔中合成氨：



之後因中油供應天然氣不足，台肥六廠於 1980 年停止生產液氨與尿素，改生產複合肥料與園藝肥料。最後則與隔鄰之啟業化工廠一樣遭致鄰近社區居民抗爭而免不了停業命運。原址現在部分開發成「南港軟體工業園區」，部分開發成「南港經貿園區」；另有一部分開發成「捷運南港展覽館站體(板南線與文湖線共構)」、「捷運南港軟體園區站體」(文湖線)以及「台北捷運內湖機廠」。

三、南僑化工肥皂廠(龜山)

南僑化工原係以油脂與 NaOH 作用，經皂化、鹽析等製程，生產肥皂之工廠。1964 年推出「南僑水晶肥皂」而樹立品牌，1979 年起成立關係企業，除開發各種水晶系列清潔劑之外，並多角化經營，兼營食品、餐飲、貿易等各種行業，並跨足兩岸，營運日起有功。2014 年下半年台灣食安風暴時，由於南僑由澳洲進口之牛脂，能否經提煉後用於食品抑或只能作工業用，其通關文件所註記之「for industry use」涵義不夠明確，與一般「for industrial use」之用詞是否有別，必須由澳洲官方補件證明，才得以增強公信力而平息風波。此一案例與之前喧騰得沸沸揚揚的頂新食用油風波，使得食用油品「就源管理」的議題浮上檯面，引起大眾矚目。政府也嚴肅面對問題，對兼營食品、飼料或其他油脂工

業工廠之上游進口或在地原料油源，深入檢討管制，並確實把關督察。另倡導全民監督，大幅提高檢舉不法食油之獎金，共同防範偽劣食用油品魚目混珠，欺騙消費大眾。

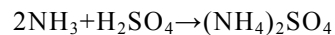
四、國聯工業公司白蘭洗衣粉廠(樹林)

白蘭洗衣粉是國聯工業公司 1969 年推出之產品，國聯由成功產銷「非肥皂」之利台化工業務經理洪老典所創辦。「非肥皂」在 50 年代曾名噪一時。洗衣粉由於易溶且水溶液之鹼性較弱，較不傷手，以及在硬水中不生沉澱之特性，優勢取代了傳統肥皂的功能角色；而在洗衣機逐漸普及，洗淨洗清均不費事的年代，更加突顯洗衣粉使用之方便性，因而在清潔劑市場佔有一席之地。洗衣粉是以石化產品如十二烷苯與發煙硫酸作用磺酸化，再與 NaOH 中和而成的一種界面活性劑作為主要成分，另添加一些其他附屬成分而成。白蘭剛推出時，標榜是全國唯一添加 EDTA[中文學名為乙二胺四乙酸，化學式： $(\text{HO}_2\text{CCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2$] 的洗衣粉，EDTA 可螯合金屬離子，是去污力很強的添加劑。1983 年因應逐漸高昇的環保意識，國聯趁機推出「白蘭無磷」產品，標榜保育河川環境，成功打響廣告。國聯工業公司於 1984 年更名為台灣聯合利華公司，被世界大廠 Unilever 購併達 99%，2013 年更新並擴展已使用 21 年之新竹新豐工廠。目前白蘭系列清潔劑仍為

其主力產品，另也發展個人與家庭護理清潔用品如：麗仕、多芬、熊寶貝；以及食品與飲料產品 如：康寶、立頓等系列。

五、台肥三廠(高雄)、五廠(新竹)、八廠(苗栗)等廠

台灣光復之初，肥料仰賴日本進口，鄉下種田人家的小孩常穿著印有「硫安」標記布料縫製的 T 恤與短褲到處玩耍，甚至穿到國小上課，形成有趣的景象。硫安就是「硫酸銨」的日文漢字化學名，它可由氨氣與硫酸反應製成：



硫酸銨與尿素是稻米播種插秧時，兩種最主要的化學氮肥，日本進口的硫安肥料袋子以聚酯纖維製作，相當細緻而具光澤，農民施肥後把袋子縫邊拆開，改縫製成小孩的 T 恤與短褲，十分愛物惜福。

1951 年台灣自製的「寶島牌硫酸銨」肥料問世，是省政府所屬的高雄硫酸銨公司所生產。政府為了扶植國內肥料工業發展、減少外匯支出，以及掌控糧食生產，規定各農會一律代辦農民「肥料換穀」的徵配制度，所配發之肥料以國產者為優先。隔年新竹的台肥五廠新廠區籌建完成，開始生產「農友牌硫酸銨」與「農友牌尿素」肥料，一同加入供肥行列。此外，1960 年完成建廠的南港台肥六廠所生產的尿素，後來也一齊共襄供肥盛舉，自此台灣所需肥料逐漸自給自足。待 1964 年中美合資的苗栗慕華聯合公司(China Mobil Allied Co., Ltd.)利用苗栗錦水地區開採

的天然氣製造尿素開始投產，台灣尿素的總產能不但足敷內銷，也可競逐外銷。慕華尿素工廠合資約滿，台肥於 1972 年取得其股權，將之改稱為台肥八廠，又稱台肥苗栗廠。另外，在高雄的台肥三廠則負責生產過磷酸鈣以及複合肥料，與基隆的台肥一廠、二廠所生產的過磷酸鈣，共同肩負台灣農民施作磷肥以及中和土壤之酸化以改良土質之任務。

台肥新竹廠雖與苗栗廠同樣以天然氣製造尿素，製程雖各不同，在當時卻都很先進，但新竹廠安裝設計的外國廠商屬於買斷方式而非「技術股東」，商業運轉後，其產能一直苦於無法突破某個極限，但慕華公司原始股東之一的美國聯合工業公司，以其技術專長協助苗栗廠曾創下據說接近滿載(full capacity)之運轉且一年中僅停工一個禮拜作歲修的高效能記錄，苗栗廠在全盛時期，日產尿素 600 公噸，員工達 600 多人。

台肥公司雖然規模浩大，但因背負照顧農民的農業福利政策，肥料只能以低價供應，其營運盈餘在十大國營事業一直以來都是排在後段。1997 年為了配合台肥民營化，中華民國政府將其與沙烏地阿拉伯「基本工業公司」合資興建的「朱拜爾肥料公司」股權讓售給台肥，1999 年 9 月台肥正式民營化，10 月中油取消製肥用天然氣優惠價格，每 m^3 漲價約 7 倍，台肥全面停產尿素，改由朱拜爾肥料公司進口供應，2013 年台肥台中總廠(台中港區)揭牌啟用，生產肥料各廠將依計劃陸續遷入台

中港區，各原廠區廠址除一部分轉型改生產生技、工業尿素、美耐皿等產品，也計劃發展光電業，其餘土地則計劃作為房地產開發，並將多角化經營之項目擴充至卅七項之多，例如：超市、停車場、加油站、餐館、資訊軟體服務、通訊機械製造...等等，其轉投資事業也多達十一家。而台肥公司之公股部分，計劃於 2014 年由經濟部改隸行政院組織再造後之農業部。

六、中纖、華隆、聯合尼龍等廠(頭份)

中纖公司創於 1955 年，原先以低經濟用途的木料經處理後製成木漿(pulp)，再經鹼纖維素、黃酸纖維素(cellulose xanthate)、黏液(viscose)等製程，最後這些黏液經由具有眾多小孔之紡絲嘴壓出於含有硫酸之凝固液中，凝固成絲，以捲絲機捲取之，即為人造絲「嫫縲」(Rayon)，嫫縲是一種再生纖維(reforming fiber)，1957 年中纖率先拉出台灣第一條人造絲-嫫縲絲。1967 年中纖公司合纖處與日本帝人特多龍公司前專務取締役(CEO)合資成立華隆公司，則以乙二醇(EG,化學式 HOC_2H_4OH)與對苯二甲酸二甲酯(DMT,化學式 $p-H_3COOCC_6H_4COOCH_3$)為原料，縮合聚合成聚酯纖維(polyester)，聚合時則脫去甲醇。聚酯纖維是一種合成纖維(synthetic fiber)，有別於再生纖維，是由石油化學品聚合而成的另一種人造纖維。1977 年底，因應石油危機，為精簡產銷成本，由上海幫商人翁明昌主導，以華隆為主體，合併了聯合尼龍(耐綸)、國華化學、

鑫新化纖、寶城化纖等四家大廠，成為華隆紡織集團，總資本額達 43 億，是轟動當時的最大規模之企業合併案例。

70 年代之初，由中纖轉投資的聯合尼龍公司，是一家生產由己二酸(化學式 $\text{HOOC}\text{C}_4\text{H}_8\text{COOH}$)與己二胺(化學式 $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_{12}\text{NH}_2$)聚合成「耐綸 6,6」人造纖維的工廠，它與華隆一廠分別建在頭份鎮中纖廠房之兩旁。聯合尼龍廠生產尼龍絲與尼龍布；中纖生產嫫縈絲、嫫縈棉、玻璃紙(俗稱 cellophane, 是一種由嫫縈黏液再處理製成的透明薄膜)；而中纖與日資合夥成立的華隆公司則生產聚酯粒、聚酯絲；三家工廠各司其職。聯合尼龍於 1977 年被華隆紡織集團合併後成為華隆頭份總廠之耐綸廠，營運併入集團，並一齊受到後來翁氏兄弟之華隆弊案波及，而其後一直延續到 2012 年還餘波盪漾的華隆停廠員工抗爭事件，原屬聯合尼龍的華隆耐綸廠員工也無法置身事外，命運一樣坎坷。

中纖於 1976 年高雄大社工業區乙二醇廠建成之後擴大營運，隔年與華隆分道揚鏢。2001 年以營運效益考量關閉頭份廠，後續不再生產嫫縈絲、棉；國內生產嫫縈的工廠只剩台塑集團的台灣化纖公司一家獨大。中纖改為專營生產聚酯粒與聚酯絲、棉。至於嫫縈絲、棉則僅進口供應銷售。中纖之營業現況，除化纖產品外，也生產並提供乙二醇、環氧乙烷、壬酚等化工產品，供業者製造合成纖維以及界面活性劑等用。其關係企業則有磐亞石化、台中商銀、德信投信、金醇洋酒、久津實業等。

七、華夏海灣塑膠廠(頭份)與台聚 PE 廠(高雄仁武)

華夏海灣塑膠廠成立於 1964 年，最初是用乙炔為原料，與氯化氫反應生成氯乙烯單體(VCM)，再以此聚合成 PVC 塑膠。後來共同合資的「台灣氯乙烯單體工業公司」成立時，新製程改用乙烯為原料，與氯氣反應生成 VCM，再部分提供給華夏聚合成 PVC 塑膠粉、粒，成本相對便宜許多，華夏並兼營各種塑膠加工業，製售塑膠布、皮以及建材如塑膠水管、電管等產品，是台灣地區前三大之 PVC 塑膠廠商。後來因應商場生態變遷，部分股權移轉至 USI Group，成為國內前三大石化集團：「台聚關係企業」的一員。而台聚公司原是台灣第一家也是唯一生產 PE 塑膠粒的廠商，成立於 1965 年，以 USI 為其 logo，當初是美商國民製酒及化學公司(NDCC)外資獨資經營，以其在德州生產 PE 塑膠粒的工廠為範例，在台灣高雄仁武工業區複製設廠，以中油一輕所裂解的乙烯為原料，埋管通入台聚廠區反應爐，聚合成 PE 塑膠粒，以供下游廠商加工之用。台聚設廠時，政府與 NDCC 約定，廠內員工從工友到廠長全部要任用中國人，技術員工一律先送 NDCC 德州 PE 廠受訓，學成再送回台聚操作，務求達到 100% 技術移轉的目標。又因 PE 聚合時之壓力甚高，乙烯若有所滲漏，就會危及廠區安全，故廠房設備之建材與構件，已達精密金屬層級之規格要求，整廠除儲存成品 PE 塑膠粒的幾個貯槽是由台鋁設計安裝之外，其餘設備之組件

包括螺絲等金屬零件，全由美國進口供應，依德州 PE 廠之建廠規格如法炮製。此外，當時為了增加外匯存底，政府原與 NDCC 約定，台聚所生產之 PE 塑膠粒必須 70%外銷 30%內銷；不料由於 PE 較之 PVC 有許多優良特性，特別是不會釋出氣，沒有毒性顧慮，加上台聚在三重設有 PE 加工實驗所(現已擴遷至林口)，培訓下游廠商加工之新技術，很快內銷就供不應求，經調成：30%外銷、70%內銷，還是供不應求，最後只好取消限制，幾乎 100%內銷，仍是供不應求，其盛景可見一斑。

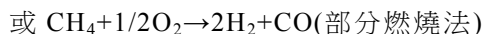
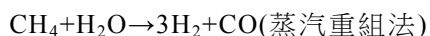
NDCC 依約於 1972 年讓台聚股票在台北市買賣，1982 年港商誠利置業公司承接當時 NDCC 所擁有佔台聚約 43%的股權，取得主導地位，逐漸布局，發展成「台聚關係企業」(USI Group)，旗下光是與化工有關的公司就有台聚(製 PE)、華夏(製 PVC)、亞聚(製 PP)、台達化(製 PS)、台灣氯乙烯單體公司(製 VCM)、華運倉儲--等等，陣容浩大，集團總部設在台北內湖科學園區。

八、長春甲醇工廠(苗栗)

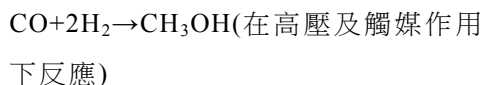
長春甲醇工廠於 1964 年由台北工專畢業的三位好友廖銘昆、林書鴻、鄭信義所設。當時三人已合創「長春人造樹脂廠」多年，事業有成，鑑於製造尿素膠(即尿素甲酯樹脂)所需原料—甲酯，雖已設廠自製，並擴產大幅成長，頗具規模，但製造甲酯之原料甲醇，仍由上游業者提供，多有不便，乃決定利用苗栗附近所開採之天

然氣，自行生產甲醇，其相關反應式如下：

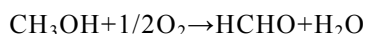
(一) 甲烷產製合成氣：



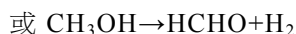
(二) 合成氣產製甲醇：



(三) 甲醇產製甲醛：



(在 500~600⁰C 及觸媒作用下反應)



長春以甲醇工廠之設立，擴展為「長春石油化學股份有限公司」，甲醇一廠(日系)於兩年後完工，長春再建產能 3 倍之甲醇二廠(英系)，越四年後竣工投產。1971 年新建長春高雄廠，生產甲醛供應南台灣之市場需求。1979 年，長春與南寶樹脂合資成立「大連化工公司」生產由德國拜耳公司提供技術之醋酸乙烯單體。

自 70 年代中期之後，長春除了本業之外，並擴及其他化工原料或產品之製售，以及印刷電路基板、光阻材料等的開發與製造，此外，並與多家著名外商技術合作，生產具有市場潛力之化學品，逐漸壯大為「長春石化關係企業集團」，現今其規模僅次於台塑集團，為國內第二大石化巨擘。

九、中油嘉義溶劑廠

嘉義溶劑廠在 70 年代之初，曾與高雄煉油廠以及苗栗探勘處並稱當時中油三大事業單位。它是接收日據時期的「嘉義

化學工場」而來，廠區原有鐵軌連通至現已廢站之縱貫線台鐵「北迴歸線站」內。原先日人是以嘉南平原盛產的甘薯為原料，發酵生產丁醇，以供軍需燃料。台灣光復之後繼續原有丁醇之生產，並以發酵法生產丙酮、冰醋酸等化學品。其後因糧食作物政策考量以及糖蜜原料無以為繼，全面停產，改以萃取法煉製生產石油中屬於芳香烴的苯、甲苯、二甲苯等有機溶劑，並提供溶劑調配技術，服務下游廠商。1972 年嘉義溶劑廠裁撤，原製造與工務部門，合併為高雄煉油廠嘉義分廠，1999 年再改隸新成立之「中油溶劑化學品事業部」；而原屬該廠，以研究「石油蛋白發酵」、產製動物飼料聞名的研究部門，與管理部門以及員工訓練中心進行合併，成立「研究及訓練中心」，1977 年再升格改組為「煉製研究中心」，成為深具研究發展、產品服務以及環保污染防治特色的公營企業研究單位，其後更名為「中油煉製研究所」迄今，1999 年起，則擴大其生技研究之領域。原從煉製研究所通往北迴歸線站之鐵軌，則改建為「嘉油鐵馬道」，成為市民騎乘腳踏車遊憩之景點。

十、環球水泥大湖廠(高雄湖內)

環球水泥大湖廠係由俗稱「台南幫」的企業人士吳三連、侯雨利等人於 1963 年所建成，公司首任總經理為吳尊賢。利用大崗山開採的灰石與黏土或頁岩為原料，送入廠區後，經粗碎、鎚研，加料軟矽石及爐渣(黃鐵礦)以補充不足之成分，

再經乾燥、配料、研磨後送入生料倉儲存，而後經進料機送入長達 80 公尺之旋窯中加熱煨燒約 3 小時，燒結後窯中溫度高達 1450°C 左右，再將此熟料從旋窯卸下，強行急冷至 100~200°C(同時預熱燃燒用之空氣)，冷卻後之半成品再添加延緩劑(如石膏)、防水劑、分散劑及透氣劑，經球磨、管磨成粉末，即成俗稱「波特蘭水泥」之成品。

1973 年環泥增建阿蓮水泥廠一座，1988 年大湖廠開設預拌混凝土工場，此後環泥營運重點逐漸偏向預拌混凝土業，除了設有 7 個直屬預拌混凝土廠，並轉投資兩家預拌混凝土公司。1989 年大湖廠動工興建防火建材「石膏板」工場，又為環泥拓展出新的重點營業項目。

水泥工業在越戰時期的確為國家賺取不少外匯，在台灣經濟起飛以及基礎建設突飛猛晉的年代裏，也的確扮演著不可磨滅的功能角色，但因其開挖山壁，破壞環境，且製造過程屬高耗能、高汙染，已漸成環保人士的箭靶，抗爭不斷。環泥大湖廠於 1998 年停產水泥，另在大陸惠州、寧波等地設廠營運。2010 年成立電子事業部，規劃多角化之事業經營。

十一、中油高雄煉油廠

中油高雄煉油廠位於半屏山麓，占地 300 多公頃，是台灣能源工業與石化工業的原鄉，原址為日本海軍第六燃料廠，二戰時破壞殆盡。1946 年中油在此設立煉油廠後，逐漸建設成國內最大規模之化學工

廠。進口之原油從大林埔外海浮筒碼頭，以海底管線送至岸上大型油槽貯存，再送到廠區煉製工場提煉，經不同製煉過程，可生產出燃料氣、液化石油氣、汽油、噴射機油、柴油、燃料油、潤滑油、柏油、石油焦及硫磺等產品，以供市場所需。

因應石化工業的發展，廠區另設有輕油裂解、芳香烴萃取與殘渣油氯化等工場，分別生產乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯、合成氣與一氧化碳等石化原料，供應下游廠商，製造各種石油化學品，以供日常生活之用。

有關石化工業部份，高雄煉油廠從 1968 年第一座輕油裂解工場設立投產，開始起飛，其後再設二輕及第二座芳香烴工場，以便充分供料仁武、大社石化下游園區。雖則中油三輕、四輕移設於林園石化園區，但 1987 年五輕預定要在後勁地區興建期間，由於反公害抗爭高張，中油妥協，以廢棄一輕並予拆除為承諾，其後二輕也停工閒置多年後予以拆除，五輕雖然最後興建完成，但政府承諾 25 年後，即民國 104 年，高雄煉油廠必須遷廠，五輕同時必須予以拆除。

十二、台碱高雄廠

台碱高雄廠是接收日據末期之旭電化工業高雄廠與南日本化學工業株式會社，於 1946 年修復整併而成，與台南安順碱廠(接收日廠鐘淵曹達株式會社)並稱台碱公司兩大工廠，股權初屬經濟部(60%)與台灣省政府(40%)。高雄廠先是以隔膜電

解槽法電解海水，其後也改用水銀電解槽作業，製造氫氧化鈉鹼液、鹼片以及鹽酸、氯氣等化學原料，供其下游廠商如造紙、漂染、肥皂、塑膠各業所需，安順廠則另加五氯酚之生產，供作農藥。50、60 年代，台灣 PVC 產業方興，以乙炔(電石氣)為原料，與氯化氫反應，產製氯乙烯單體，供聚合成 PVC 之用，一時之間，產製氯化氫之氯氣供不應求，台碱業績因而蒸蒸日上；不料塑膠大廠如台塑、華夏、國泰等，為求供料穩定，均改採一貫作業，自行建造水銀電解槽電解海水，生產氯氣供料，副產品鹼液、鹼片則以低價競售，影響市場行情，台碱營運獲利能力大受影響，風光不再。1970 年由經濟部發起聯合中油、台碱、台塑、華夏、國泰、義芳六家企業集資成立「台灣氯乙烯單體工業股份有限公司」以當時先進製程由乙烯和氯氣反應，生成氯乙烯單體 (VCM)，內外銷供聚合成 PVC 之用；台塑則自行在仁武設廠生產 VCM 供料。其後因應產製 VCM 之需，國內多家廠商增設水銀電解槽，汞污泥之處理問題，逐漸成為棘手之環保議題，台塑於 1985 年將其前鎮碱廠停工，並在其新開工的仁武碱廠開設較先進的離子交換膜 (IEM) 電解槽製造鹼、氯。1982 年經濟部下令裁撤台碱公司，由中石化公司接管，台碱高雄廠改名為中石化前鎮廠，並一直營運到 1988 年關廠。1989 年開始，政府全面禁止以水銀電解槽產製鹼氯等工業產品。台塑於 1998 年因將汞污泥輸出於柬埔寨作境外處理引起紛爭，再運回仁武廠區

存放，最後以取得美國環保署(EPA)許可，運往美國處理落幕。

十三、台鋁電解廠、台鋁軋片廠 (高雄)

台鋁前身為 1935 年成立之日本鋁業株式會社，光復後台鋁在高雄前鎮設有電解廠及軋片廠兩大部門。電解廠設於碼頭區，進口之鐵礬土原料以來自印尼、馬來西亞、菲律賓為大宗，以輸送帶送入廠區後，先精煉成純淨的礬土(Al_2O_3)。取出純淨的 Al_2O_3 ，再與適當比率的螢石(CaF_2)、冰晶石($3NaF \cdot AlF_3$)以及 AlF_3 組成電解浴物料，填充於電解槽內，通電升溫至約 $980^{\circ}C$ ，電解浴物料即成熔融狀態，調適陰陽極距離， Al_2O_3 被還原為金屬鋁，熔鋁就在陰極沉積，自槽底瀉出後，鑄成鋁錠或鋁擠型，再送至軋片廠加工成產品出售。其他電解浴物料經一連串反應及處理後，可回收到部分之冰晶石再循環使用，但若斷電溫度驟降，電解浴物料一旦凝結，後續就很難處理。因此，為了確保不斷電，並考慮煉鋁電解槽之高耗電量，台鋁只好在廠區自設火力發電廠，以供營運所需。

在 70 年代，由於鋁板經表面處理之後，可防止被氧化腐蝕，材質輕而硬，美觀且耐用，在市場上逐漸取代了鐵器功能；鋁門窗、鋁客車體、鋁貨櫃、乃至鋁罐、鋁箔、鋁鍋，也隨之成為民生用品主流之一，台鋁一度風光，以一億餘之年度營業盈餘，列名當時國營企業獲利評比之

第三名，僅次於中油與台電。

1977 年 7 月 25 日賽洛瑪颱風登陸高雄，肆虐高雄港，港區碼頭及附近工廠滿目瘡痍，台鋁電解槽因不可斷電，一陣強風掀飛電解廠屋頂，員工措手不及，雨水灌進電解槽內，導致爆炸連連，損失慘重。重創後之台鋁，元氣大傷；加以國際鋁錠競價求售，國外鋁廠之電解槽大多使用廉價之水力發電提供電力，台鋁自設電廠之火力發電成本較高，成為競爭劣勢，在台灣進口礦砂煉鋁逐漸不敷成本，1985 年經濟部要求台鋁結束營運，電解廠閒置以待土地開發活化，軋片廠則併入中鋼營運，歷經 10 年砥礪，業績穩定成長。1995 年中鋼改制民營，1996 年轉投資成立中鋼鋁業公司，專營鋁軋延品，並至浙江寧波投資成立華揚鋁業公司，生產多種高強度鋁合金冷軋產品，品質與品項均跟上國際水準，業績也已蒸蒸日上。

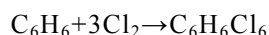
十四、台糖小港廠、高雄副產品加工廠、台糖農化廠(高雄)

台糖小港廠與高雄副產品加工廠，其前身分別是日據時期之「後壁林製糖所」第一工場與第二工場。台灣光復之後，前者專營甘蔗製糖(以石灰法產製二砂糖；以礆酸法產製特砂糖)，後者則以蔗渣製板為主。1961 年後者新建塑合板廠完成，開工投產，製品特色是將蔗渣混入塑合板一般填充料如碎木屑等，膠合後熱軋壓塑成平板，供建築裝潢業者裁切，充作天花板、隔音板或隔間板之用。1973 年前者於製糖

之外，另行籌建飼料工場與製油工場，1977 年正式開工生產台糖沙拉油，其後陸續推出的商品計有大豆沙拉油、玉米油、紅花籽油、葵花籽油、康富多養生油、芥花油、料理油、烤酥油等，為國內百餘家食用油廠中唯一的公營煉製食用油廠。

沙拉油等精製油脂之製造，有別於以往傳統冷軋或熱軋壓榨取油之法，它是以萃取法取油，先將含油脂之植物例如大豆搗碎後，以有機溶劑正己烷(hexane,化學式 $n-C_6H_{14}$)萃取，歷經脫酸、脫膠、脫色、脫臭種種程序之後，以真空蒸餾法將萃取混合液中之溶劑正己烷完全蒸餾出來，以與油脂分離，餾出之正己烷則可回收再用。萃取法比之壓榨法油穫量之比率約可倍增，成本降低，精製油品因而漸成市場主流，唯在脫酸過程所使用之氫氧化鈉，因屬食用級，嚴格限定不得產自水銀電解槽(需附生產來源證明)，可見即便是在距今約 40 年前的 70 年代，食用油品之「就源管制」也並不馬虎。

台糖農化廠座落在小港機場附近，在 70 年代是生產農藥「靈丹」(Lindane,為 BHC 之 γ -異構物)以及農藥「蟲必死」(為 BHC 之 α,β,δ -異構物)之工廠。BHC 之製程簡單，成本低廉，是在石英燈紫外線之照射下，將氯氣通入苯液中即起反應而得：



(Benzene Hexachloride BHC，化學名為六氯環己烷，約 15%為 γ -異構物) BHC 有 16 種異構物，已可分離出 6 種，以 γ -異構物最具殺蟲力。

BHC 與 DDT 雖皆具備優越之殺蟲性能，但皆因其環境蓄積性與強致腫瘤之毒性，以及對動植物之其他衍生性傷害，危害到生態環境，世界先進國家紛紛公告為禁藥，不再生產使用，台糖農化廠後來也只好關廠停產。

台糖為一龐大之事業體，因應社會變遷，數度組織再造、經營轉型，1976 年高雄副產品加工廠關閉，停止營運。2004 年台糖小港廠更名「台糖砂糖事業部小港廠」生產各類糖品、食用油品以及動物飼料至今。

肆、結語--調諧與平衡是科技與社會的王道

科學一旦發展為科技，就與社會民生相干，與個人生活相關。教育學家約翰·杜威(John Dewey,1859-1952)曾提出「教育即生活」、「學校即社會」、「教育即個人與社會經驗不斷的重組與改造」。就 70 年代工業化學見習參訪的台灣地區工廠而言，它們的創立，原有其時空背景的利基(Niche)；其後它們的生態棲位跟隨科技的演進、社會時尚的遞移、產品市場的競逐、物料與能源的消耗、勞資關係倫理的重整、生態環境的破壞與保育、個體經濟與總體經濟景氣的浮沉、政治議題角力的勝負、國際貿易藩籬的鬆緊變異、資訊網路的普及與應用、物流的暢通與金融的自由化...等等社會經驗的重組與改造，分別遭受到或同或異的社會衝擊，歲月的滄桑，形塑了這些工廠今日的樣貌，也提供

了 STS 教學非常豐富的教育題材與內容，從這些工廠與其企業的興衰，也可見證到調諧(Harmonization)與平衡(Equilibrium)才是科技與社會的王道；科技發展的強勢如果不重視環境倫理與人文社會倫理，只重掠奪而不調諧，則社會紛爭永無寧日；經濟的成長如果不與環境保育取得平衡，企業就無法永續發展(Sustainable)。

STS 教學一方面期望由生活中的問題或社會議題，引起學生對科技知識及科學內涵的需求動機並習得科學概念及技能；另一方面更期盼培養學生具轉換知識於社會脈絡的能力，俾能在覺知、知識、態度、技能以及參與等各個層面都能達成 STS 教學的成效。上述 70 年代工業化學見習參訪的台灣地區工廠之變遷所蘊藏的教育題材與內容，期盼能為中學科教夥伴們在實施 STS 教學時提供一些教學資源而有所助益。

參考文獻

- Aikenhead, G. S. (1992). The integration of STS into science education. *Theory into Practice*, 31(1), 27-35.
- Graham, C. S. (1986). STS in middle/junior high school: One state's response. *S-STS reporter*, 2, 1-4.
- Heath, P. A. (1992). Organizing for STS teaching and learning: The doing of STS. *Theory into Practice*, 16, 52-58.
- Hickman, F. M. et al. (1987). *Science/Technology/Society: A framework for curriculum reform in secondary school science and social studies*. ED. 288783
- Jarcho, I. S. (1985). STS in Practice: Five Ways to make in work. *Curriculum Review*, 24(3), 17-20.
- Pedretti, E. (1996). Learning about science, technology, and society(STS) through an action research project Co-constructing an issues-based model for STS education. *School Science & Mathematics*, 96, 432-440.
- Yager, R. E. (1984). Defining the discipline of science education. *Science Education*, 68, 35-37.