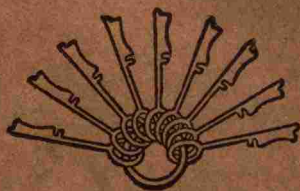


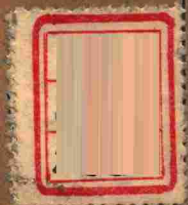
初中學生文庫

化學工業之進步

許達年 許斌華 譯者



華書局編印



民國廿五年六月發行
民國三十年一月四版

初級中學
化學工業之進步(全一册)

◎

實價國幣八角

(郵運匯費另加)



譯者

許達年
許斌華

發行者

中華書局有限公司
代表人路錫三

印刷者

上海澳門路
美商永寧有限公司

總發行處 昆明 中華書局

分發行處 各埠 中華書局

化學工業之進步

目次

第一章 纖維工業

一 紙.....一

二 綿火藥.....一

三 人造絲.....一

四 賽璐珞.....一五

第二章 燃料工業

一 燃燒是什麼.....一七

二 火柴.....一九

三 燃料發生的熱.....一九

四 薪.....二一

五 木炭.....二一

六 石油.....二三

七 煤氣.....二九

八 煤膏.....三四

九 水月電燈.....三八

十 沼氣.....三九

十一 新的燃料.....四〇

第三章 飲食物工業

一 碳水化合物.....四六

二 糖.....四七

三	澱粉	五〇
四	啤酒	五一
五	葡萄酒	五二
六	酒精	五五
七	醋	五八
八	醬油	五八
九	蛋白質	六〇

第四章 肥料工業與淡氣固定

一	人造肥料	六二
二	空氣之利用	六五

第五章 食鹽與鹼

- 一 食鹽的重要……………七七〇
- 二 食鹽的製法……………七一
- 三 工業上的用途……………七三

第六章 油脂與肥皂

- 一 油的種種……………七四
- 二 油的採取法……………七七
- 三 由油製成的各種物品……………七八
- 四 肥皂是什麼……………七九
- 五 肥皂的製法……………八〇
- 六 肥皂的種種……………八二
- 七 肥皂的作用……………八三
- 八 從前的肥皂……………八四

第七章 陶瓷器玻璃與水門汀

- 一 陶瓷器的原料..... 八四
- 二 陶瓷器的製法..... 八五
- 三 陶器與瓷器..... 八六
- 四 瓦與磚..... 八七
- 五 玻璃的原料..... 八七
- 六 玻璃的製法..... 八八
- 七 種種的玻璃..... 九〇
- 八 水門汀的作用..... 九一
- 九 水門汀的製法..... 九二

第八章 油漆與漆

一 油漆用的色.....九三

二 油漆用的油.....九四

三 假漆.....九五

第九章 橡皮與香料

一 橡樹.....九六

二 橡皮的製法.....九七

三 硬橡皮.....九九

四 天然香料.....一〇〇

五 人工香料.....一〇二

第十章 照相與製版

一 照相的作用.....一〇四

二	乾片	一〇五
三	顯影	一〇八
四	定影	一〇九
五	曬像	一一〇
六	反轉顯影	一一一
七	照相術的利用	一一一
八	鋅版	一一二
九	銅版	一一四
十	三色版	一一六
十一	石版	一一七
十二	橡皮版	一一八
十三	珂羅版	一一八

第十一章 金屬與冶金

一 普通所用的金屬與合金·····一二〇

二 冶金是什麼·····一二七

三 金銀的冶金·····一二八

四 銅的冶金·····一三〇

五 鉛與鋅的冶金·····一三一

六 鐵的冶金·····一三三

七 鋁的冶金·····一三五

第十二章 顏料與染料

一 顏料·····一三六

二 染料·····一四二

第十三章 皮革

製革之法……………一四四

第十四章 火藥與毒瓦斯

一 爆發藥……………一四七

二 毒瓦斯……………一四八

三 焰火……………一五二

化學工業之進步

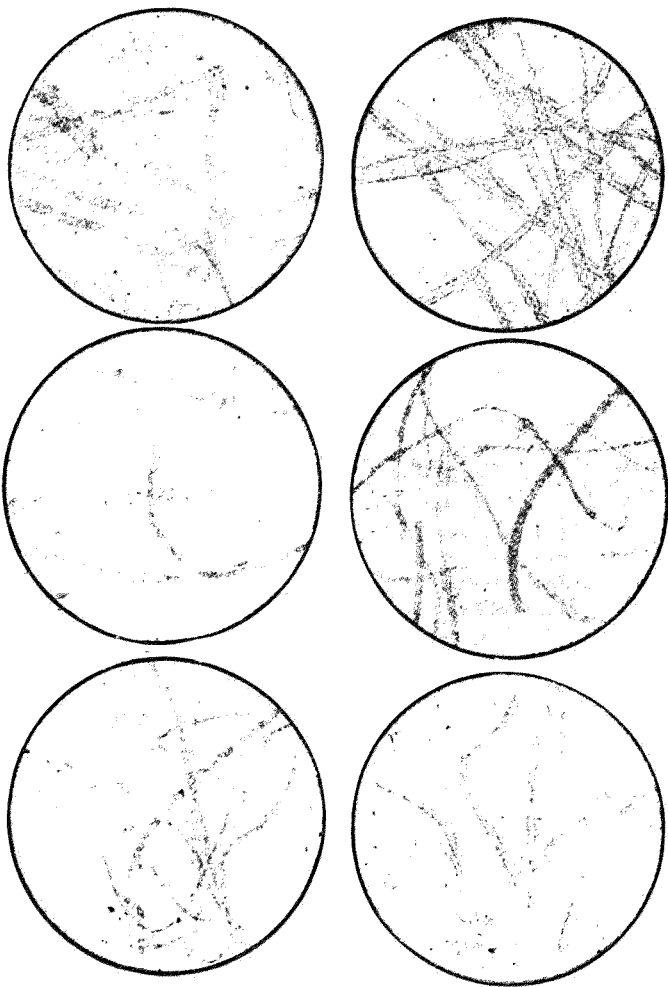
第一章 纖維工業

一 紙

植物的纖維 在本叢書植物的世界一集中，我曾講過，植物是由無數細胞集合而成的。細胞呢，是一種滿裝著有生活力的膠質的小囊；其中有空隙，囊膜厚而細長，全體又硬又韌，用以支持植物體的，叫做纖維；尤其是樹木，大部分由於纖維構結而成。細胞膜在化學上叫做纖維素（Cellulose），當然，纖維也是纖維素。纖維素同澱粉一樣，是一種碳水化合物。

植物的纖維有兩種：一種構成草木的皮部的，比較長而堅實，叫做韌皮纖維。草木的皮，賴這種纖維的能力，十分堅韌。諸君往山間曠野，偶然攀折小枝，不是覺得枝幹斷了，而樹皮還堅韌不肯放嗎？如果把樹皮用力一拉，那麼整條皮便都剝下來了。有幾種植物，這種韌皮纖維，特別堅韌。還有一種叫做木質纖維，大多短而硬，構成莖的內部。麻的韌皮纖維，特別堅韌，可以織布，這是諸君大家所知道的。

第一圖



將綿麻織布，這是機械工業的責任。滌練與漂白等工作，是化學工業的任務。滌練，就是除去粘在絲布上的脂肪。其法甚多，有些是用碳酸曹達的溶液煮的。所謂「漂白」，這是除去粘在紗布上的雜色。現在大多用漂白粉，但從前都是晒的。

紙料 現在通用的紙，可約分爲西洋紙和東方紙兩種。如果細分起來，其種類真是不可勝計。但其原料，一言以蔽之，都是植物的纖維。製造時，先將植物的纖維，一一分離，然後再集成爲薄層，即成爲紙。分離後的纖維，叫做紙料。製紙前，必須先製成紙料（Pulp）。

東方紙的製法 東方紙的原料，大多是韌皮纖維。最普通的植物是楮、瑞香（*Wikstroemia sik-okianum*）等，但在從前也有用麻的。製紙時，先將此等木材截小，用釜蒸之，則皮易剝落，把樹皮剝去，然後再除去污穢的表皮，把牠浸在淺水中，任日光暴曬，於是皮色轉白，乃用苛性曹達、曹達灰等藥煮了，以棒搗攪，纖維乃一一分離。此外先預備下一隻桶，中盛溶有薄糊之水，將纖維放在桶中，再三混攪，用網從下漉上，這便叫做「漉紙」。所用的網，叫做「漉網」。已經漉了的紙積疊了絞去水，後來仍能一張一張的展舒開來的。

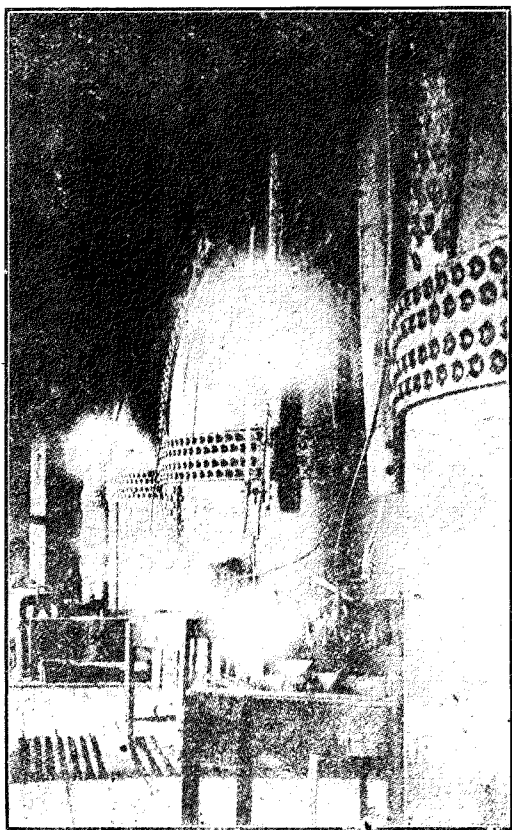
漉過後的紙，用毛刷一張一張貼在板上，在日下晒乾，即告完成。至於在各季氣候寒冷，少見日光的

地方，近來大都改用蒸氣加熱的鐵板。漉東方紙時，漉網先橫的漉七八回，再縱的漉三四回，故纖維縱的多，紙也因此縱的容易撕破。

西洋紙的製法 上面已講過，西洋紙的原料，多用木材。木材之種類，本無一定，為求減低原料的成本起見，故多採用不適宜於建築及製造器具用的廉價木材。外國用樅木等。日本多用產生於北海道樺太等處的松樹類。

木材在冬季水分比較少，纖維也比較堅韌，故製紙用的木材，多在冬季採伐了，由川流運往工場。在工場裏把木材截成二尺左右長的段木，剝下皮，乃開始製紙料。製法約分兩種。第一，用機械強力磨碎段木，把他的纖維一一分解，這叫做碎木紙料。磨碎段木用的機械，叫做碎木機（Grinder），是砂岩構成的圓形砥石，中央能迴轉，一壁壓榨木材一壁加入水，故纖維與水，同時流出；然木材中，除纖維以外，還混雜著其他種種物質，單就這樣簡單磨碎，製成的碎木紙料，還不能直接應用了製紙。因為此等混合的雜質，往往容易起化學作用，轉變顏色，而且有這些雜質混合在一起，結合力也要減低。故還須混入下述的化學紙料。通常用的報紙，其原料十分之八以上是碎木紙料，故不久即起化學作用，變成不雅觀的黃褐色。

第 二 圖



以亞硫酸煮木材的釜

由木材製造紙料的第二種方法用藥品。先用一種機械，將木材削做小塊，放入大鐵鍋中，用酸性亞硫酸石灰蒸之，此藥以硫黃石灰為原料，製造而成，製紙工場中能自己製造。製造紙料工場中的一個高塔，就是製造該藥的裝置。木材經這次蒸過後，纖維以外的雜質都溶解了；再用機械磨碎，將纖維一一分

解了，再用水洗滌曬乾。這就叫做亞硫酸紙料。上等的西洋紙，都用這種紙料的。其他尚有曹達法紙料，然因成本高貴，故不多採用。上述幾種用藥品製造的紙料，總稱之曰化學紙料。

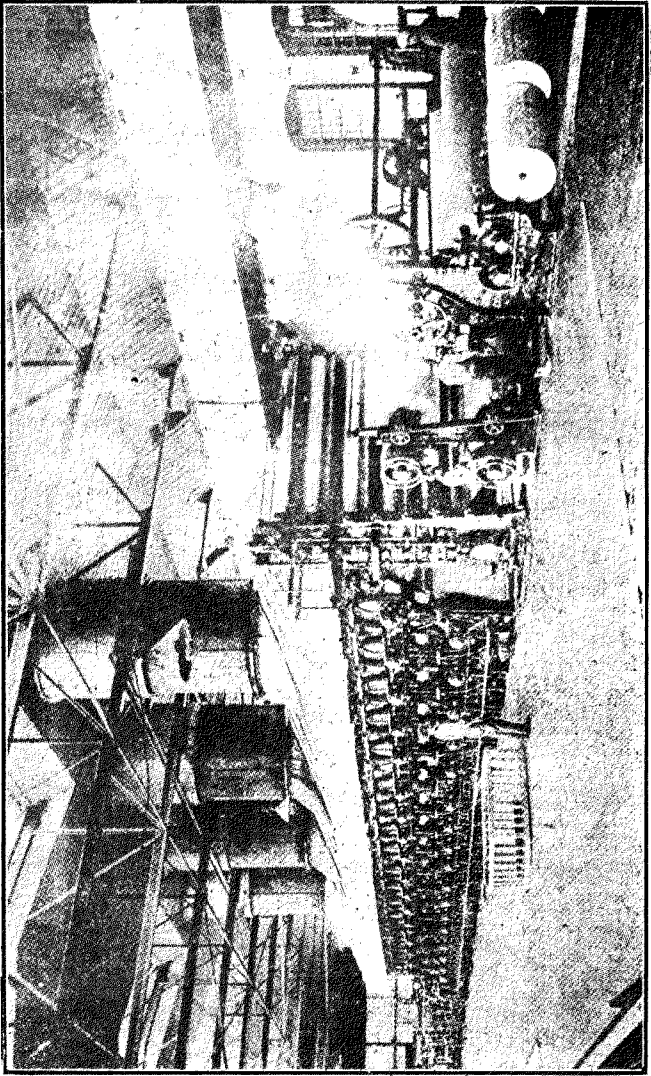
普通製造紙料的工場，多在木材產地鄰近的地方，然而製紙工場，却多在都會附近一帶。故紙料一度漉過，製成厚紙模樣，即送往製紙工場再事精製。不過製造的手續簡單的如報紙等，往往即在紙料工場製造的。

製造西洋紙的材料，除木材以外，還有產在非洲的一種蒲草（Esparto grass）以及稻、藁、麥桿等，也可採用。以此等材料製紙料的，用苛性曹達蒸煮的。

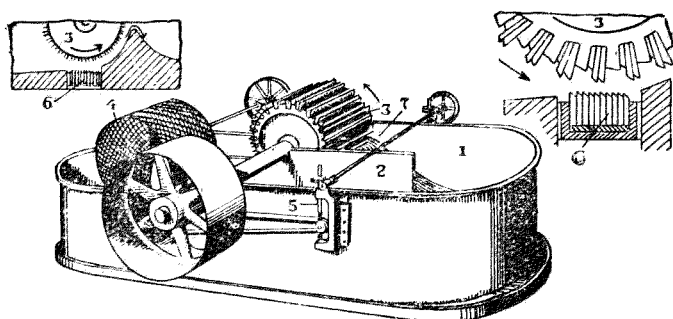
運至製紙工場的紙料，其纖維多尙未一一分解的。故運到後還須做一次分解的工作。再因紙之種類的不同，有的要把纖維切短，有的縱的細裂，有的搗潰，這種工作，須用打漿機（Beater）。打漿機的構造，大體是一個鼓形似的胴體，上面羅列着許多鋼鐵的刀，這胴體橫放在大槽內旋轉，槽底上也有刀裝著，與胴體上的刀緊切相合。紙料放入水中，一齊流入槽內，這胴體旋轉時，紙料經過刀片間。因刀片之形狀，及間隔的不同，纖維就切裂做各種形狀。普通做厚紙時用短的纖維，做薄而韌的紙，用長裂的纖維，做透明的紙，用潰爛的纖維的。

第 三 圖

打漿機室 左之方布混雜之陶土及染料之袋



第 四 圖



化學工業之進步

3 迴轉之銅製刀片 6 在底上之刀片

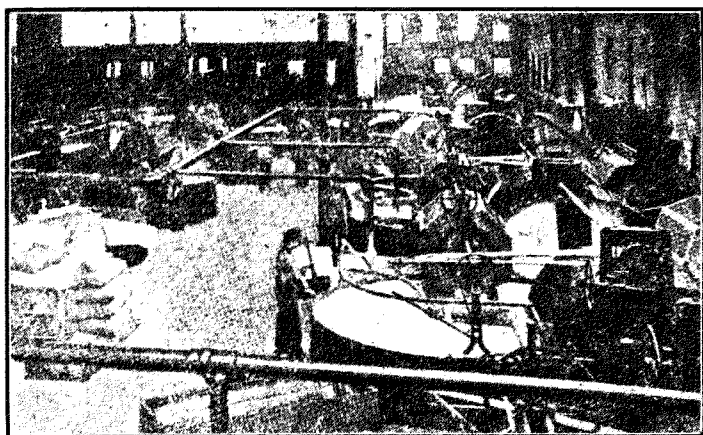
打漿機之構造

左上為斷面圖 右上為放大圖

用這種纖維直接來製紙，未始不可。不過這種紙容易潤染墨水，而且印刷時，又容易污穢。為防止此等弊病起見，故漉紙以前，在纖維的表面上，滲入從松脂中取來的樹脂（Resin），這工程叫做加黏料（Sizing）。然這樣也還不能算得十分周到。因為單用纖維製造的紙，過於透明，能夠透視下面印刷著的文字。為除去這弊病以及使表面滑澤起見，再混入一種最上等的微細的粘土，這叫做填紙。這兩種加黏料及填紙工程大抵在製造西洋紙用的。

八

普通西洋紙，都用抄紙機漉的。抄紙機也有種種。大量製紙時普通用長網式抄紙機（Long Shave Machine）。其機形長，一端流入帶水的紙料



長 網 式 抄 紙 機

到漸漸移動着的金屬漉網上，自動的抄漉成濕的紙，再經過壓榨，排去水分，通過加熱的卷軸間，乃完全乾燥，成爲正式的紙，在他端卷做一卷，送出機外，實在是一種巧妙的機械。此機製紙的速度，說出來真可驚人。報紙橫展般大幅的紙，每分鐘可以製造四千英尺。繼續不斷的運轉一天，能製造二百五十英里。

小量製造時用圓網式的抄紙機（Cylinder Machine）是機以圓形的金屬網抄紙的，每分鐘能出紙二百尺左右。因爲這種機械的價格低廉，容易辦到，故一般小資本經營的製紙工場多樂用之。

日本紙之種類與原料 日本紙，大致與我國紙相同，而且更較我國爲進步。今述日本紙之種類

及原料爲借鑑。日本紙中之最流行者爲美濃紙。該紙用楮製成的。其他如半紙從前用三桤，現在也改用楮了。所謂改良半紙者，其原料是三桤，經苛性曹達煮過漂白的。雁皮紙的原料是雁皮。惜雁皮不易在地上以人工種植，只能賴野生的，故其出產不能如意增加。

日本糊紙窗用的樟子紙，其原料也是楮。因爲用楮製成的樟子紙，被雨沾溼後乾了不會起皺紋。日常最多用的塵紙（即中國之衛生紙）其原料最上等的也不過楮的纖維層，下等的則以破紙做成。

西洋紙的原料，多係木材。由工程之繁簡與否，而別優劣，已如前述。如報紙等一次看過了大都立刻遺棄不用，即使質地粗劣而容易變色的，也不要緊的紙類，其原料大部用碎木紙料。愈是需要久長保存的紙，原料中混雜亞硫酸紙料也愈多。西洋雜誌上用的紙，含有亞硫酸紙料的也很多。至於最上等的印刷品，則完全用亞硫酸紙料製成。其他如加黏料及填紙等工程也由紙的不同，適當地增減。

雜誌插畫上用的藝術紙，其表面有十分之四的陶土（China clay）用膠黏著了，再以輾機加潤光澤，故晶晶發光，十分美麗。吸墨紙與普通的紙正相反，爲使他容易吸收墨汁起見，特別只混雜陶土，而不加黏料。其他如馬糞紙等，其原料用不漂白的稻藁。當然，顏色白的上等紙，其原料用馬尼刺麻的。

最上等的西洋紙，其原料中用綿與麻。綿製高貴書籍的印刷紙，麻則製薄而堅韌的辭典上用的紙。

圖畫上用的紙，其原料以麻爲大宗。普通用重量表示印刷用紙的厚度，如一噸桃林紙二十八磅。一噸有五百張，由此可知其紙的厚薄了。

二 綿火藥

將綿浸入硫酸與硝酸混雜的水中，外表上似乎不會起什麼作用，倘把他乾燥了，以火引之，燃燒得非常快。放在掌上時，快得幾乎不會感到燃燒時候的熱。這是綿的纖維素變做了硝化纖維素。將此綿細細洗滌乾淨，除去酸，細細研碎固集，便成綿火藥。綿火藥在空氣充分的地方點燃，一燃燒就了事，然當做彈藥用，則發生猛烈的爆發。硫酸與硝酸的質量稀薄，浸入的時間短促，製成的是弱綿火藥，其爆發力也薄弱。將這火藥溶入於醚（Ether）與酒精的混合物中，便成膠棉（Collodium）可以用作塗傷口之藥。這是因爲酒精與醚揮發了，賸下硝化纖維素變成爲薄膜，掩住傷口。

綿火藥與硝酸甘油（Nitroglycerin）相練合，即成爆發純膠，爲最強力之爆發性藥。

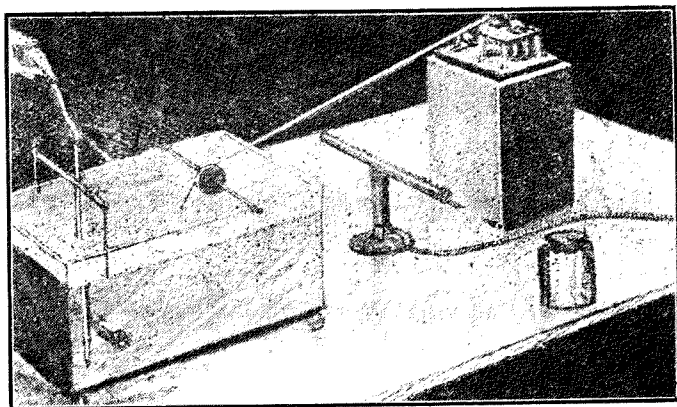
三 人造絲

人造絲的原理 人造絲的原料是纖維素。就是先將纖維素溶解於某種藥品中，從細孔中噴出，乾燥凝結，即成爲絲。更詳細的講，纖維素溶解後的物質，與砂糖鹽等溶解後不同，是纖維素的細粒，散雜於溶液中。這種溶液，叫做膠體溶液。再將此細粒集合凝固了，回復爲本來的細絲。製造人造絲有種種困難。第一要將此細粒，同樣大小，散雜於溶液之中。若細粒不勻，則由此凝集的絲，質不均一，因之脆弱而少光澤。第二凝固的方法。纖維中其細粒排列得有規有條十分整齊的，現在凝固時，倘方法不好，則成絲時亂雜無緒，製成的絲，不甚堅韌。其他如纖維素的質上發生變化，也不能產生好絲。現在一般工藝家正在努力改良製造方法，打破上述幾個困難，希望製造出理想的人造絲。

天然絲是蛋白質，人造絲是纖維素，兩者化學的性質，本來完全不同。故近來也有人研究用蛋白質做原料，製造與天然絲完全一樣的人造絲，不過這還未至實用時期。

人造絲的製法 人造絲的製造法，大體可分硝化法，銅亞摩尼亞法，纖維素膠法，醋酸纖維素法四種。他們溶解纖維素的方法，各不相同。其中現在最盛行的是纖維素膠法。至於纖維素的原料，與製紙的原料同，用木材的紙料的。不過製人造絲時，須得特別精選，非用純粹的纖維素不可。木材的紙料浸入苛性曹達的溶液中，纖維素與曹達相結合，製成曹達纖維素。將此放於密閉的器具中，經三、四日，使曹達與

第 六 圖



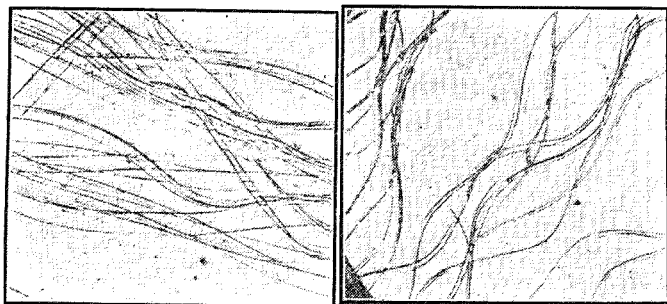
纖維素溶於藥水中自小孔噴出凝固成絲卷
紡絲機之原理圖
集為絲束

纖維素的分子，兩者十分混合。其次，加入二硫化碳（Carbon disulphide）攪之，再溶解於稀薄的苛性曹達溶液中，成為糖飴之狀。這就叫做纖維素膠（Viscose）將這纖維素射出於硫酸與硫酸曹達等水溶液中，藉藥液的作用，即凝結回復本來的纖維素。用紡絲機紡卷成束，一輛機每分鐘製絲的速力為五十公里。

人造絲的性質 人造絲的表面，普通皆有幾條細的縱溝。他的斷面，有圓的，有橢圓的，非常紛紊。在將來恐怕可以任意製成各種形狀。至於色彩，與天然絲無甚大異。

人造絲唯一的特徵，他的光澤特別強烈觸目。只要稍多接觸過人造絲的人，立刻就能根據光澤

第七圖



顯微鏡下之天然絲(左)與人造絲(右)的纖維
人造絲之纖維較天然絲爲粗。最近已發明纖維微細的人造絲了。

來分別人造絲與天然絲。固然，人造絲的光澤，不是不能設法增減的，然此等工事，易將絲轉成脆弱，故現在還是任他。

人造絲唯一的缺點，是比較的脆弱。用器械驗起來，無論那一種的製法，其強度總只有天然絲四分之一。唯伸長度，則無甚大差。但這也只限於乾燥的時候，一經潤濕，其伸長度大減。濡水的人造絲，搓了一拉，無不立刻就斷的。只有用醋酸纖維素法製造的却是例外，放在水中，仍與乾燥時無異。然其價較其他法製造者爲貴。最近已漸次發明用其他方法製造耐水力大的人造絲。

前面曾講過，人造絲的化學的組成與天然絲本來完全不同的；要他製成一樣，在事實上是困難的。其實，就是不製成天然絲一樣的也沒甚關係，只要能再逐步改良，適應製造上等的日用品就好。不過人造絲這個名詞，實在不好，

所謂人造的，似乎有一種偽造摹做的意義。聽了易起蔑視之感。如德國稱之曰「光絲」較之中國名適宜得多了。

四 賽璐珞

賽璐珞的製法 賽璐珞有美麗的光澤，可以任意著色，有彈力，曲而不折，放入型中，易造成各種形態。故製造裝飾用的小巧零件，日用品、玩具等多很適宜。照相用的軟片也是賽璐珞做的。然則賽璐珞究竟是什麼東西？

賽璐珞是一種硝化纖維素與樟腦的混合物。樟腦大家都知道是從樟樹上取來的一種白色的粉，從前放在箱中，用以防止蠹蟲破損衣服。要製造硝化纖維素。在精製過後的白色木綿紙料中，加入硝酸與硫酸的混合物。製成後再混合樟腦與酒精。在卷軸間壓伸了，再三調合，則酒精蒸發，漸次堅固。再加熱用機械壓縮，固結而成賽璐珞。着加顏色，在卷軸間壓伸時施行的。把染黃色的與褐色的合併起來通過卷軸間，即成爲玳瑁似的顏色，可以做玳瑁的代用品。其他，由顏色的增減配合，可以製成模造的珊瑚、琥珀、象牙等。賽璐珞可用刀削可用鋸鋸，還可用醋酸酐（Acetone）酒精等溶解了接合。一加熱即轉

軟，放入模型，即可製成各種任意的形態。因為他有此等特長，故賽璐珞的用途，日見推廣。

危險的賽璐珞 普通的賽璐珞多帶著黃色，然原料純粹的，無色透明。用在照片上的就是這種上等的賽璐珞。照相軟片就在賽璐珞上塗加純膠與感光液而成。

不過賽璐珞有一個缺點，很容易燃燒。他的原料本與綿火藥相同的，無怪其容易燃燒了。諸君試削取一塊照相軟片，投入火中，即如火藥燃燒似的爆發燃燒。本式活動影戲映射機上用的電燈，其光強，熱度也高，片子一停止，即有燃燒之患，故每次軟片停止時，必即須隔斷電燈光。因此之故，軟片沖晒現影時，也須十分注意，絕對須避去火爐及高熱的電燈。玩具及其他用賽璐珞製造的物件，雖沒有如軟片那樣容易燃燒，然也決不可輕易視之。近來發明了不會燃燒的軟片，用者日益增多，目下因價格高貴，還未能一般流行。

世界上賽璐珞總產量的四分之一，產於日本。這是因為日本產樟腦很豐富的緣故。

樟腦 諸君都知道防止蠹蟲咬破衣服，在衣箱內放置樟腦。樟腦是一種氣味濃厚白色結晶的粉。普通多凝集成丸用的。樟腦蘊含於熱帶地方的樟樹中，我們取樟樹的幹枝根葉，細切了蒸溜而得樟腦。樟腦不易在水中溶解，然很容易在酒精溶解的。除驅蟲、做賽璐珞的原料以外，還能當做藥料。

世界上產樟腦最多的要算日本、美國製造軟片用的原料，悉自日本輸入。然近來德國發明了用人工製造樟腦的方法，而且成本低廉，日本的樟腦事業，因此大受影響。

第二章 燃料工業

一 燃燒是什麼

我們在講燃料工業以前，首先必須明白的，物的燃燒是什麼一會事。普通談物之燃燒，是空氣中的氧，與物化合而發生光與熱。就是在物的燃燒時，氧是必需的。但是只有氧，該物未必一定會燃燒的。同時，物的溫度必須增高至某一程度以上。如炭火之發生，因為已有了燃著成火的炭，藉此增高炭的熱度至某一溫度，若把炭放入無火的火爐中，這炭也無從起火。

次之，物在燃燒時，多發生火焰。這是因為物受熱後發生一種氣體，再由此氣體燃燒的。其他石油及一切油類都是如此。並不是液體的石油本身即能燃燒的，也須由液體變成氣體後再燃燒的。就是薪燃燒的時候，也是由薪發出能燃的氣體燃燒的。這氣體燃完了，所賸下的大部分成爲炭，炭燃著時呈紅光。

固然，潮溼的薪，在燃燒以前，必須蒸發水分，然後發出氣體，當初因為熱度不高，故不能燃燒。然熱度增至某一程度，即烘然起燃了。

蠟燭的焰 上述的事，一檢察蠟燭的焰，更容易明瞭。

起初用火點蠟燭時，潤浸於上部蠟燭心中的蠟蒸發了，最先燃燒，其次以這燃燒的熱，溶解下面的蠟，潤入燭心中，蒸發燃燒。這樣的逐漸向下。

仔細觀察蠟燭的焰，可以明白分做三部。最裏面纔從蠟燭心蒸發為氣體尚未燃着之處，叫做焰心。我們試以小玻璃管之先端插至此處，引出氣體，用火點之，也能燃燒，其外是光度強烈的部分，氣體就在此燃燒的。光之強並不是因為燃燒很利害的關係。

從這氣體發出細小的碳粒就是煤。這煤受熱而發光，並不是氣體的焰自身發光的。一切的焰的發光，因為焰裏面的固體被熱的緣故。

蠟燭焰的最外面的一層，光度較弱，在這裏碳粒早已燃盡，只騰著氣體燃燒，光雖弱，而其熱度則最高。諸君試以白紙遮住火焰，就知道這部分最先焦燃。

二 火柴

火柴的藥 火柴就是根據上述的原理使軸桿發然而已。塗在火柴桿上與箱上的藥，多少由火柴的種類而不同。然最普通的，桿端的是硫化錒，二氧化錒，氯酸鉀等用膠黏著了的，箱上的是赤磷與二氧化錒之粉再混雜砂或玻璃粉也用膠黏著的。

發火的原理 我們一擦火柴，便發生什麼結果呢？上面講過火柴盒上塗著砂或玻璃粉，十分粗糙，故一磨擦即生高熱。赤磷這東西，即在溫度較低的時候也會發燃的，故赤磷最先燃燒。其次，塗在桿上的硫化錒也能在比較低熱時發燃的，故藉赤磷發燃之熱，繼之燃燒。同時塗在桿上的氯酸鉀因受熱而分解，發生氧。這作用因有二氧化錒的關係，作用更快，於是發生多量的氧，氧一多，則硫化錒就容易燃起來了，結果，點燃了桿子。火柴桿的材料，本來是很容易燃燒的木材，再加在桿上塗著藥，故更容易點燃了。

三 燃料發生的熱

普通無論什麼東西，在燃燒時總能發出熱來，然其熱量由物而不同。物理學上測量熱量的多少，用

卡路里 (Calorie) 爲單位。就是每一卡路里的熱量，能使一格拉姆的水昇上攝氏寒暑表一度，這量過於少了，故在測量大量的熱時，以其千倍爲一單位，叫做大卡路里。現在我們用這單位來比較普通家庭間所用的燃料每一格拉姆的熱，列表如下。

薪 三·〇——四·四大卡路里

木炭 七·〇

煤 六·〇——八·〇

煤氣 一七一·三六 (以一格拉姆的重量相近的一立方呎的燃熱來表示的)

順便再多列入幾種

二碳炔 一一·九三

酒精 七·一八

石油 一〇·〇

燃料以同樣的價格而其熱量愈多者爲愈經濟。據上表看起來，從價格上打算，以煤氣爲最經濟。而且用者又很便利。故近來大都會上皆漸用煤氣了。

四 薪

由上表我們知道薪在燃料中爲最不經濟的。一切木材，都由碳、氫、氧三種化合物成的。故燃薪時，此等氣體分解了發生能燃的氣體，雖然有一部分碳仍殘留著，但是能燃的氣體必由此碳、氫、氧三者化合成的。就是薪中的碳，因爲一半已與氧化合了，故與空氣中的氧相化合的碳的分量減少了，故燃燒的作
用減低，熱力也減少了。不過薪因爲到處皆有，而且又易於燃燒，故民間多廣用之。好容易費了許多年月
費大來的樹木，用得這樣的不經濟，真是可惜之至。

五 木炭

木炭的製法 木炭卽炭，爲木材在空氣不流通處加熱而成。木材一經如此加熱後，則木材中的氧
與氫逃去了，只賸下含著許多曹達的灰分所變成的炭。

製木炭的方法，俗語所謂燒炭，自古行之，現在已十分進步。第一用土窖法。堆塞木材於土做的窖中，
從下引火，經二、三日，因下方木材燃燒的熱力，上面的木材盡成爲炭。用此法造成的炭，叫做黑炭。其炭比

較的軟。又一方法，在石造的窖中燒，最後，熱度增至甚高，取至窖外，用砂土等撲滅之。用此法造成的叫做白炭。其質硬。

木炭的效用 木炭除用作燃料以外，還利用於其他各方面。第一，木炭因為有吸收亞摩尼亞及硫化氫等臭氣體的性質，故放置便所四周，可以防止臭氣。本來物之吸收氣體的分量，在溫度愈低時則愈多。至溫度一高，則在低溫度時吸收進去的氣體，反而揚吐出來。木炭在火爐中燃燒時放出一種臭氣也是這個緣故。木炭粉濃過水液，有褪色除雜質的作用，故各方面時常利用的。

氧化碳 在風爐中盛熾炭火時，發出青色火焰，這是氧化碳正在發出燃燒著。是炭火下面發生的碳酸氣通過上面炭火之間而發生的。燃了仍變為本來的碳酸氣。

氧化碳這氣體十分毒，人吸了含氧化碳千分之五以上的空氣，就要致命。浮存在人體血液上的赤血球中的血球素，極易與氧化合，又極易與氧分離，因而繼續呼吸的。然而氧化碳却不同，一入肺中與血球素化合後，不會再分離。因此血球素在體內失去輸送氧的作用，故立刻致命。煤氣中也含著氧化碳，中煤毒而死的，就是這個緣故。這氣體雖甚毒，然善燃，故能當做燃料用，其詳細在後再述。

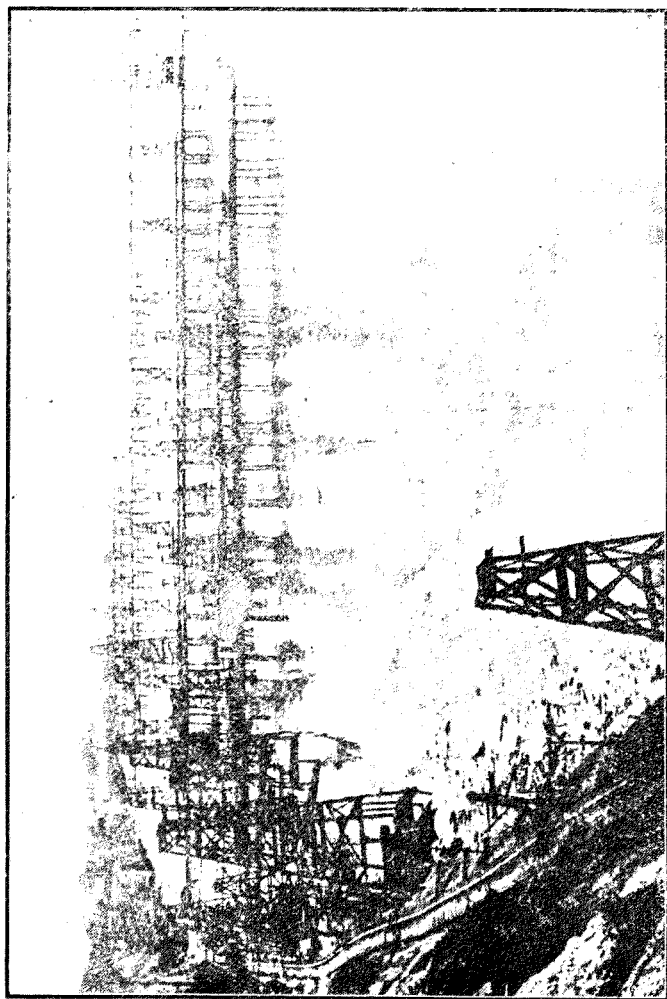
六 石油

石油是什麼 現在中國，除都市以外，偏僻的鄉市間，多用石油燈，即洋燈。一般的讀者，大概都已知道石油是什麼。然往往有一種誤會，以為石油就只限點燈用的一種燈用石油。其實燈用石油，不過是石油中的一種，其他如洗穢垢用的揮發油，——即汽車上用的汽油——近來軍艦汽船上代煤用的重油都屬於石油之內的。

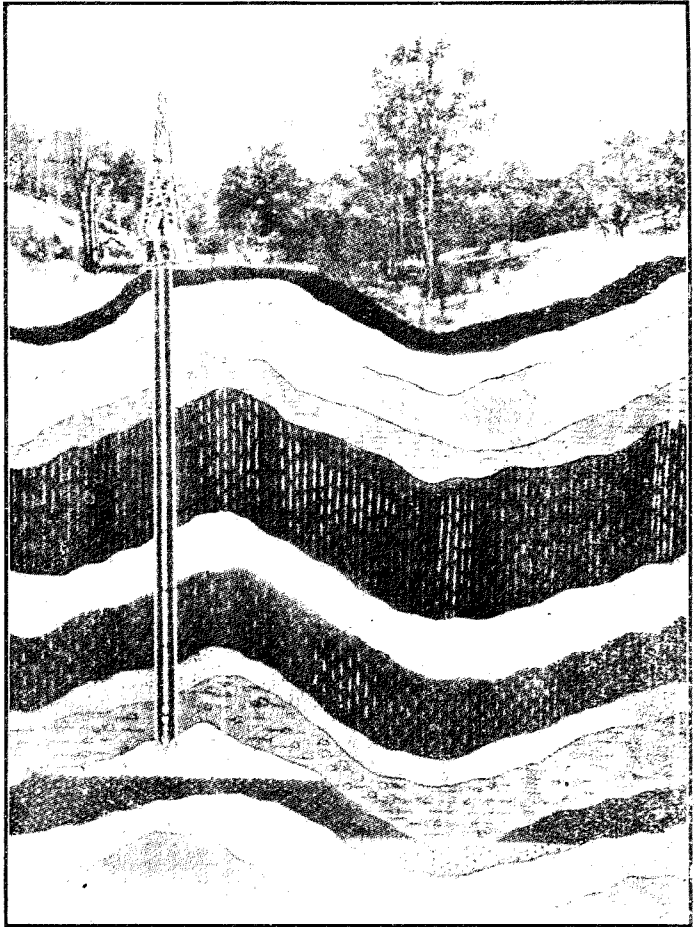
石油井 上述三種石油，都是從地中取得的紅黑的污穢的液——原油——中分煉出來的。原油多的地方，往往自然湧出匯積一處。然普通多掘了孔，用唧筒將匯積在地中的汲取上來的。有時孔及原油匯集之處，忽然猛烈噴出，這是因為那裏發生的氣體的壓力，將石油噴壓出來的緣故。汲取石油的孔叫做石油井。

在開掘石油以前，先須詳細調查該地情形，探求石油之有無，證實了，然後動手開掘。開掘的方法，從前用普通開掘井的方法，此則因既費時間，又不易探掘，最多也只及七百餘尺。然一般的原油，多在七百尺以下。故現在皆採用轉動鑽鑿機（Rotary drill）每日能掘五十尺，可掘至幾千尺之深。其機在鐵管

美國加利福尼亞州之石油井



第 九 圖



石 油 井 之 橫 斷 面

此圖表示石油彙積於地下地層間之情形，水平之黑線為石油，其上為氣體，其下為水，鑽鑿機正掘至氣體部分。

之前端有嵌裝著金鋼石的環，一壁迴轉一壁鑽掘，此時所生的岩屑，與從上注入的水相混，成爲泥水，用唧筒吸出地面。石油爲碳與氫的種種化合物混合而成。然何以發生於地下一問題，學說紛錯，尙未決定。其中最有力之一說，謂因動植物之屍體埋積地下，經數億年而成。然從魚油中也能收取石油，故有的學者謂魚等大概也是石油的原料。

石油的分溜 原油中含有種種化合物，然其變成氣體時的溫度——即沸騰點——各不相同。我們利用此點，可將原油一一分解。分別出種種的石油。

盛原油於釜中，漸次增高溫度。最初，沸騰點最低的成分變爲氣體，經過鐵管，導入冷卻槽。冷卻槽爲一大水槽，導氣的鐵管，蜿蜒迴繞如大蛇。氣體通過此槽，即受冷成爲液體，留積器中。溫度再增高，在沸騰點次低者變成氣體，同樣方法，變成液體。此次石油之色與比重，與前者不同。職工等檢查後改換留積器，這樣利用沸騰點的不同，逐一分解混雜的液體，叫做分溜（Distillation）。在實際上，原油分溜工場中，羅列著許多釜，石油一壁蒸發，一壁向低方下流，至最後之釜，只騰下不會蒸溜的物質，能繼續的不斷蒸溜。最近發明真空蒸溜法。將釜中成爲真空，使油在低溫度中也能蒸發，以防止石油在高熱時發生變化。

分溜原油所得的油，計下述四種。

揮發油 釜的溫度自六十度至一百二十度間所得的叫做揮發油。汽車、機器、腳踏車、飛機、汽油船等汽油機上所用的，都是揮發油。揮發油在普通溫度之下，也能逐漸蒸發的，故叫做揮發油。揮發油的氣體與空氣混合了，以火點之，能發激烈的爆發，汽油機即利用其性質而成。揮發油因有此性質，而且又容易著火，平時貯藏，須得格外小心。他又溶解脂肪的性質，故利用之可以洗除污垢。衣上的污垢，是剝落的皮膚及塵埃，因脂肪黏凝而成。用揮發油洗衣垢時，脂肪即溶解，污垢也因而容易洗去。揮發油中也有種種，飛機上用的是最上等的。

燈用石油與輕油 釜的溫度自一百二十度至三百度間所得的油，即普通所叫的火油，燈用石油。鄉間洋燈上用的，多係此油。將近三百度時所得的，特別名之曰輕油，用之於石油發動機，此機與汽油機頗相似。

重油 在三百度以上所得的石油叫做重油。新式汽船、潛水艇等的第則兒引擎上皆用重油。近來新式的汽油船，亦漸次採用第則兒引擎，故重油的需要，日益增加。

重油在軍艦商船上還代煤當做燃料用。

塗在車軸上防止磨擦的機械油，製藥膏用的凡士林，（Vaseline）製西洋蠟燭的原料的石蠟（

Paraffin)等，都是重油精製而成。

洗滌 此等油剛分溜完了時，還含著種種不純粹的物質，又以硫黃爲更甚，故必須經過洗滌的手續。先導石油至用鉛張佈內部的鐵槽中，混以硫酸，吹入空氣混攪之，則不純粹的物質，與硫酸化合了成爲漆黑的，沈積底下。其次再用苛性曹達的溶液，也用同樣方法洗滌，這次的主要目的，在除去硫酸。次之用水洗，最後，通過叫做酸性白土的粘土，則不純粹之物，完全滌盡，顏色也潔淨了，臭氣也盡除了。

上述各種石油蒸發盡絕後，賸下漆黑泥濘的物質，叫做瀝青 (Pitch)。用於修築都會的道路工

事。

土瀝青 與瀝青相似的又有一種叫做土瀝青 (Asphalt) 的，土瀝青也有天然產生的。然大多數是石油蒸發後而得的。從前修築道路，皆用土瀝青，現代則改用瀝青了。

揮發油的新採取法 由上所述，石油的用途，日漸廣大，特別是汽車的發展，有一日千里之勢，故揮發油之消費量，實堪注目。然石油之產額，不能如意驟增，故近來一方面研究從其他物體上採取揮發油，同時研究代用揮發油的東西。

石油井中採取石油時，同時還噴出一種氣體。開掘普通的井，也同樣有這種氣體噴出的。這種氣體

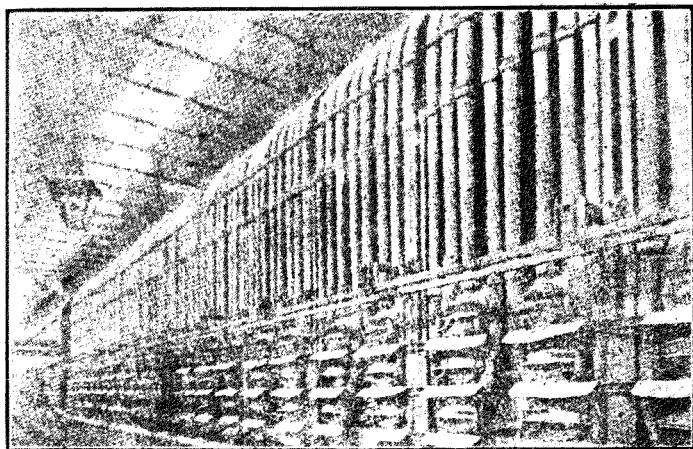
是蒸發了的石油，其中含揮發油甚多。倘設法壓縮冷卻，即成揮發油，還有從輕油與重油中也能取得若干的揮發油。其法將此等油加高壓蒸溜藉高壓之力，油分解了而生揮發油。這叫做分解蒸溜法（*Distillative distillation*）。

除石油以外，從一種叫做頁岩（*Shale*）的岩石中也能採取揮發油。頁岩似許多板重疊的岩石。蒸溜後其中含有的物質分解了，發生原油似的東西。從原油似的流質中再取得揮發油。

世界上石油最多之國要推美國，其產額占世界產額半數以上。然美國因汽車過於發達了，本國產的揮發油，仍不够應用，反從外國輸入的。其他從煤氣，頁岩中每年也採取不少。我國產石油甚少。汽車飛機等用的揮發油，家常日用的火油，差不多都從美國輸入的。

七 煤氣

便利的煤氣 普通所說的煤氣，（*Coal gas*）即指從煤中取來的氣體。大的都會上，多設有煤氣公司，公司中預先製成了煤氣，藏在一個大櫃中，用管接往應用各家。煤氣燃燒，能發出較薪炭數倍的強熱。只要用一條橡皮管引導了用火一點，在什麼地方都能使用，便利之至。在外國只要稍大的都市上，都有



煤 之 乾 溜 裝 置

窰口有小孩子的凝園皮似的列成數行，煤置其中。

煤氣公司。我國尙未見十分發達。

三〇

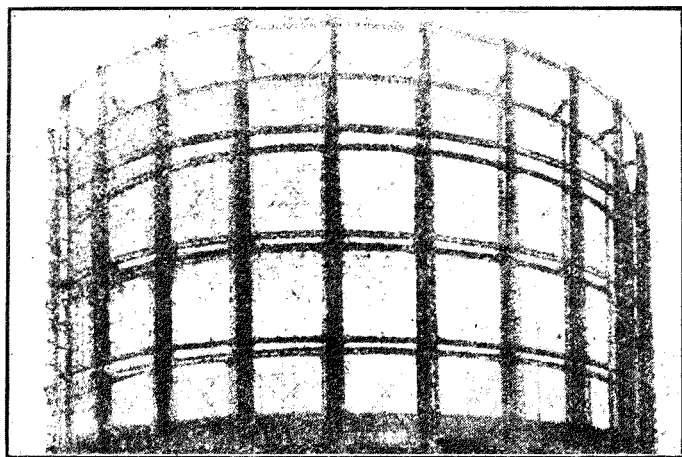
煤氣的製造 煤的大部成分是碳，其他還有含著碳氧與氫的種種化合物以及煤燃後殘餘下來的灰分。煤在空氣中燃燒時，碳是不容說了，即其他化合物，也都燃燒乾淨。然將煤放入釜中，隔絕空氣，加以強熱，則此等化合物因熱而分解，大半皆變為易燃的氣體，且殘餘的只有碳與灰。由此等氣體中只分離出最容易燃燒的部分，這就是煤氣（Coal Gas）

煤氣公司就是根據上述原理而製造煤氣的。煤加熱的釜叫做曲頸蒸溜器（Retort），用忍耐強熱的耐火黏土構造的，一端有管。許多蒸溜器的管，並列着接通窰中。蒸溜器中滿

藏煤，密封其口，以防空氣的流通，用焦煤（Coke）或煤氣加熱至千度以上，則煤氣自管出。另在上方有水平的管，其中盛水及半，從蒸溜器通過來的管，至此告終，故氣體不得不通過水中。要知道這氣體中有亞摩尼亞的氣體，這種氣體，通過水後即溶入水中，使煤氣之所以通過水中，便為除去這種氣體。還有，在煤氣之中，又有叫做焦油（Tar）的。此物冷卻，即成液體，故煤氣經水後，他即變為泥濘黑色的液體，溶入水中。經過水的煤氣，其次，再通過空氣冷縮器。到煤氣公司裏去過的人，大都看到過並列著許多的大鐵筒，這就是空氣冷縮器。煤器在這裏再被冷縮，至外氣同一溫度，賸餘的焦油水蒸氣等凝結了沉積下面，其次，有排送機。這是一種唧筒。從曲頸蒸溜器吸入煤氣，送至其次的種種裝置中，再被噴至高塔中。高塔中有細網，從塔頂落下冷水，如下雨一樣，殘留在煤氣中焦油、亞摩尼亞等，至此乃完全溶入水中，這叫做冷卻器。實際上其他還須經過焦油排除器，副產物拭洗器，亞摩尼亞洗滌器等，焦油及亞摩尼亞纔完全被除去。煤氣中還含有一種於燃料沒有必要的硫化氫，此則用脫硫器除去的。脫硫器是碎鐵上混雜鋸屑，使他充分發鏽了，平鋪柵土，煤氣中的硫化氫與鐵的鏽化合以除去的。煤氣至此才能使用。於是導至很大的貯藏櫃中預藏著。

煤氣的成分 煤氣一半是氫，其餘大部分是沼氣（Methane）此外還含着差不多十分之一的

第 十 一 圖



煤 氣 貯 藏 庫

此庫能因煤氣量之增減，或高或低。

氧化碳。現在將其成分，詳書之如下。

三二

氫 五二

沼氣 三一

氧化碳 八

二碳烯 (Ethylene) 三

苯質 (Benzene) 一

碳酸氣 一

氮 三

上列幾種氣體中的沼氣、二碳烯、苯質等，復當再加以說明。

煤在釜中加熱時，變成煤氣的約百分之三十。殘留下來的叫做焦煤 (Coke)，焦煤之大部是碳與灰分，善燃，故在家庭或工業上多

用做燃料。在工業上最多用的是冶鐵時，與鐵礦石相混合。不過那時候的焦煤，必須硬的，而製造煤氣時產生的過於泥濘，不合用，故在製鐵工場中，另再製造適用的焦煤。當然，他的製造方法，與製造煤氣時的大不相同，原料也選擇最上等的。

製造煤氣用的煤的種類 煤有多種，其成分也各各不同。

製造煤氣用的煤，多用瀝青煤上等的無煙煤，因為碳分多，成爲煤氣的不純粹物少，故不適宜。

煤氣的使用法 現在使用煤氣的都會漸漸增多，使用的戶數，也日見多了，然不能很經濟的充分的使用煤氣的人，尚不乏人。即在使用煤氣的人家，實際能善用煤氣的，恐不過十分之二、三而已。這事對於家庭國家實是一種大損失。

物在燃燒時，必須與空氣中的氧相化合，在前面已再三講過了。煤氣的燃燒，當然也是如此。故點燃煤氣時，得豫先混雜空氣。煤氣爐上，在煤氣進來的地方，先有一個開閉的機關，其後面下部有孔。此孔可由環放大縮小。這個孔就是煤氣與空氣兩者相調和的地方。

煤氣的流出來的分量的多少，時有上下。如公司的煤氣貯藏櫃中貯藏的煤氣充足時，則其勢旺，缺乏時，則減少。故與煤氣相混雜的空氣，也必須隨著煤氣之多少以增減，煤氣多時將孔放大，反之縮小。

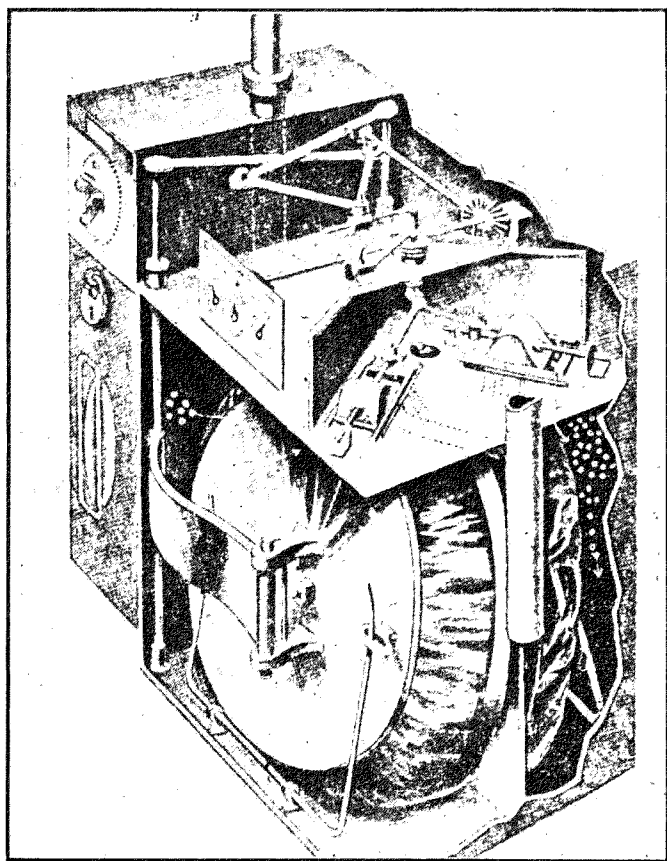
然則，究竟混雜多少空氣，最爲適宜呢？簡單的回答，至煤氣能充分燃燒爲止。煤氣在充分燃燒時，火焰青色。故凡火焰呈紅色時，必須增減孔的大小。但是孔過於大了，空氣過多，則煤氣未至出口，即在空氣流入孔那邊，烘然起燃，發生特別的聲音，這非注意不可的，煤氣還未充分流出時點火，也會發生同樣現象。

次之，有一種人想，煤氣的火愈大，則熱力愈強，故常將機關滿開，其實這是錯誤的。煤氣的火焰，分做青色的淡的外部，與濃的內部。要很經濟的利用濃色的內部的熱力，最好將釜鍋等的底，放在離火焰約二、三分的地方，因爲在那裏熱度最高。倘無意義的徒然將機關大開，不但火力不強，而且是浪費煤氣。

氣量計 使用煤氣的人家，一定裝著一隻氣量計（Gasometer）即煤氣計。這是表示使用煤氣量的器械。這箱的腹與背，有二袋如蛇腹，能大能小。使用煤氣時，此二袋循環的一大一小，收縮放大。袋的脇間，各有一金屬的棒。袋膨大時則此棒迴轉，傳之於中央的輪上。二棒相繼迴轉，則中央的輪，不斷的旋轉，針也隨之移動，因而表示出使用煤氣的分量。

八 煤膏

第 十 二 圖



煤 氣 計 之 構 造

此圖爲除去外殼之內部。其機甚複雜，簡而言之，自外間流入之煤氣先入一袋中，至此袋完全充滿時，入口閉住，另一袋的入口開放，煤氣乃由甲袋而流入乙袋。使用煤氣時，煤氣自袋中流出，故袋縮小，乃再流入煤氣補充。此二袋互爲循環關連。袋膨大時，與袋相連關的桿旋轉，因之表示煤氣量的針也旋轉了。此針在使用時不斷地旋轉的。

廢物利用 製造煤氣時產生的煤膏 (Coal tar) 又稱煤焦油。是一種易黏而生惡臭的黑膠。從前除填塞壁縫，防止臭氣用以外，別無用處，說也可笑，有時連捨棄的地方都成問題。然至近日，化學研究大興，發現沒用的煤膏中，可以煉製許多有益的藥品。故煤膏的身分，已非昔日可比。現在大的煤氣公司，除製造煤氣以外，還製造各種藥品。

煤膏中含有的各種成分，其蒸發的程度，也各各不同，故亦可用分溜石油的方法，同樣分解。

從煤膏中煉得的藥品，重要者下面按序細述，其中有許多藥品，諒諸君早已熟知了的。

苯質 焦油漸次加熱至一百七十度左右，即得苯質 (Benzene) 與一烷因 (Toluene) 苯質又名因或倫，很似揮發油，能溶解脂肪退污點，故多用於上等衣服的洗濯。此外，他又製成許多有用的藥品。從前染布帛的染料，多用含在動物中的色素或植物中的汁。現在差不多皆可用藥料造製。因為化學工業的進步，不但能製造與天然染料相同的染料，而且其種類比前者較多。染料中的大部分是安尼林 (Anilin) 染料。又名生色精染料。這功績偉大的安尼林染料，即由苯質製成的。

由炰質製安尼林染料時，必先製成硝基因 (Nitrobenzene or nitrobenzol) 硝基因是種淡黃色的油似的東西，是濃硝酸與濃硫酸作用於苯質而成。在硝基因上再使鐵與鹽酸發生作用，即成安尼

林。安尼林本身是褐色有惡臭的，不能作爲染料；再加入種種的藥品，加上種種手續，即產生無限量的美麗的染料。還有傷風時用的安替斐布林（Antifebrin）藥及有名的梅毒注射藥六〇六，都是由安尼林製成的。

同苯質同時分析出來的一烷，有止腐的效用。比白糖更甜二百倍的糖精（Saccharin）也是由一烷製成的。不過糖精毫無滋養的，於人體雖然無害，但是也沒有利益的。外國政府，多禁止以糖精製點心。

石炭酸與駢困 讀者諸君都知道大名鼎鼎的石炭酸（Carbonic acid）與萘（Naphthlin）。（一名駢困）石炭酸在醫院中都用作消毒劑，駢困放在衣箱內當做驅蟲劑用。駢困色白，略似樟腦，故又叫做洋樟腦。這兩種有用的東西，是焦油熱至一百七十度至二百三十度間得來的。

石炭酸除消毒用以外，還能製成種種出人意料以外的原料。如鈕扣，美麗的上等洋傘的柄，石炭酸中使硫酸硝酸發生化學作用，即能製成苦味酸（Picric acid or carazotic acid）這是種猛烈的爆發藥。苦味酸與氯化合成催淚藥，一刺激眼，眼淚即如春潮般的源源不絕。歐戰時各國採用了爲毒瓦斯之一，其他，催淚藥還能用於殺死害蟲。

石炭酸還能製成一種止腐的藥，叫做水楊酸（Salicylic acid）此物於人身無甚弊害，日本酒中常混雜了以防止腐敗。天氣暖熱時，製了漿糊，不久即生微發臭，倘放些水楊酸就能立止此病。

軍人穿的黃褐色，其染料也能由水楊酸製造。傷風時吃的阿司匹林（Aspirin）也是由石炭酸製的。

人造藍 駢困除驅蟲以外，倘有一種大用途。染布帛為藍色的藍色染料，從前沿自草中取來的，現在已經發明了同樣的人造藍。而人造藍的原料，就是用途很廣的駢困。

自煤管中取出上述各種的有用物品以外，最後賸下的，與石油分溜過一樣，是瀝青。

九 水月電燈

水月電燈 在日本東京的夜店——晚上在路旁設攤販賣的叫做夜店——裏，往往看到光線青白色的強烈的燈。走過燈邊，時有一種臭氣浮飄着。這燈叫做水月電燈（Acetylene lamp）是一種燃燒氣體的燈，漂浮著的臭氣，因為燃燒用的氣體漏出外面了的緣故。這氣體叫做二碳氫（Acetylene）是碳與氫的化合物，只要在碳化鈣的藥上加水即得。水月電燈的胴體是一個鐵罐，上接一細管，細管先

端能點火。罐中即盛著上述的藥及水。碳化鈣的製法頗簡單，生石灰中混些木灰或焦煤，用電氣強熱即成。

二碳氫混雜空氣後遇火即生猛烈的爆發，故盛二碳氫的器中，嚴防空氣的流入。同時把火的噴出口縮小，使二碳氫猛力噴出，以防空氣的流入。然有時偶然壞了，用者還不知道，照舊使用，發生爆發，以致受傷的，這是常有的事。

二碳氫的光既強又廉，只要能除去惡臭，其用途當一日千里的發展。最近聽說美國已發明了這種裝置，不久，當可普及吧。

二碳氫混著氧燃燒，能發高熱，可以溶解鐵等。故鐵道工程上也有用他穿鑿軌道的孔。鐵工場上用他裁鐵板。

十 沼氣

我們兀立在底上沈積著許多落葉的池沼畔，靜視水中，底上時有汨汨水泡上昇，這是沼氣（*Methane*）與含有煤氣中的沼氣相同，為碳與氫的化合物。這種氣沼間最多，故我國自古即名之曰沼氣。

沼氣是構成植物細胞膜的纖維素因某種細菌的作用，分解而生。

沼氣中有三分之一的煤氣，發強熱，能燃，有煤氣同樣的作用。日本信州諏訪湖等地方，常用湖中的沼氣代薪爲炊。把庭間落葉、枯草、動物的糞，及落葉間的流水放入大桶中，數日後即生沼氣，普通家庭間，皆可自由製造利用。而且沼氣不像石油煤，一次掘盡了就不能再有，他的原料層出無窮，故近來一般工藝家正在努力設法。

十一 新的燃料

爲什麼需要新的燃料 無論你怎樣大天才的畫家，沒有顏料與筆，終也產生不出名作，不，倘若沒有顏料與筆，根本不會有大天才的畫家出世的。同樣，現在的科學文明，是有藉於科學的進化的，然而，這科學的進步，沒有石油與煤，恐一定不能至今日的地步。然石油與煤，爲動植物的遺骸，過去幾十萬年埋藏在地下而成，決非短時期間所能完成。藏埋在地下的煤與石油之量，也有限度，若照現代人類這樣消費下去，在幾十百年之後，勢將完全採盡。在這裏也許有人說，只要振興電氣，不是一樣嗎？不錯，電是無論什麼時候都能發生的，不比煤與石油，有盡絕之一日。現在用天然力發電的，只有水力。能完全利用地球

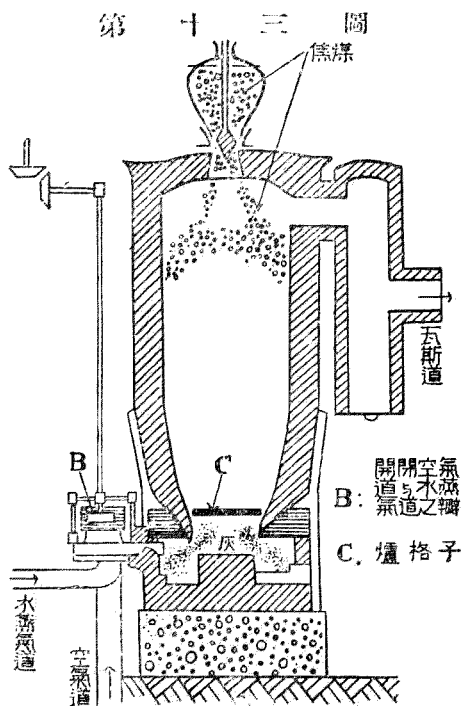
上的水力，也有於二十億噸。現在實在上已被利用的水力，僅及十分之一。換算至煤，僅不過每年煤消費量的五——六分之一。要水力的利用，充分進步，到完全代煤的職務的地步，不知何年何日。況且煤的消費量，與日俱增，至數十年後，或將幾倍於現在，要水力的利用，與之急進，更屬困難了。除水力之外，也有人計畫直接利用太陽的熱或地下的熱以發電，有的計畫利用海的潮波以發電，然此等事業，要達到代煤用的程度，真不知什麼時候哩。

故在現在第一步補救的辦法，就是用什麼方法，將有盡限的煤與石油，最經濟的使用，以延長至盡絕的年限。

前面曾講過，物的充分燃燒，必須有充分的空氣與物調勻混合。空氣不足，或是不能調勻混合，決不能充分燃燒的。根據這個道理，而最容易與空氣勻混的莫過氣體，故氣體最容易燃燒。液體較氣體為慢，故其燃燒，也不如氣體之易，最後固體，最不易與空氣混雜，也就是最不易燃燒。

煤是固體，故不易燃，從煙囪中出來的黑煙，便是因為煤不能充分的燃燒，燃騰的變做了細粉向外飛出。所以將煤拿來就燒，是最不經濟的。誰都有這經驗，知道把煤敲碎做細粉燒，比塊煤易燃得多，而且也經濟得多。這事很久以前，已為一般鄉民所應用的。

將煤變成氣體使用 據上述理由，我們可以知道最理想最經濟的方法，將煤變成氣體或液體燃燒，煤成氣體就是煤氣，很早就發明的。就是煤乾溜了製成煤氣，然後使用。製造煤氣時同時還能得煤膏，亞摩尼亞等有用的副產物，賸餘的焦煤也還能燒。雖然在乾溜時雖消費不少的焦煤，但是其結果，不單反而經濟，而且變做氣體後，使用上也十分便利。精鍊鋼鐵時，焦煤為不可缺的一種重要用品，那時候，不



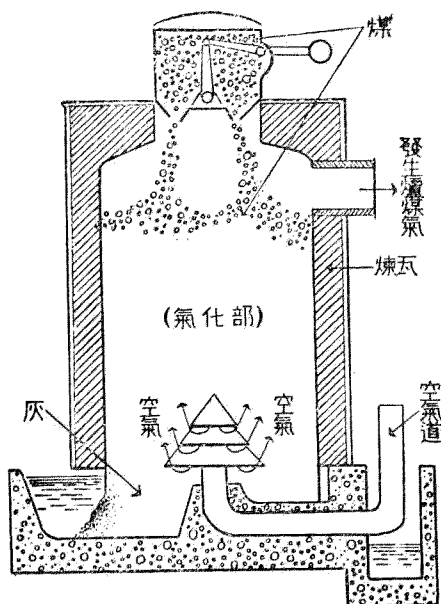
發生爐之模型圖

單用作燃料，從焦煤發生的氣體也有重大用處。

近來發明自焦煤製成發生爐氣 (Producer gas or generator gas) 及水煤氣 (Water gas) 等氣體，以供燃料。

在小風爐中炭火旺熾向上的時候，上部有熒青光。這青光在前面也曾談到過，是因為空氣自下方流

第十四圖



水煤氣爐之模型圖

入，發生一氧化碳極易燃的氣體遇空氣而燃燒。發生爐氣也是應用此理而製造的氣體。發生爐的種類很多。大致是以鐵或煉瓦製成圓筒，筒中積煤或焦煤，自下面壓入空氣，使筒中燃燒生熱，發生一氧化碳。有的不用壓入空氣器，另設煙囪吸入空氣。也有在筒中設立階段火網，網之上部，滿積焦煤，由網之開放，使空氣流入筒中的焦煤完了，則自上部投入，可不斷的進行製造發生爐氣。

水煤氣的製造法，其原理與前

者同。也在一大爐中滿貯焦煤或煤，先吹入空氣，使火旺熾，至熱度很高時，停止空氣，另吹入水蒸氣，乃發生氫與一氧化碳，用管導往他處，即可供用。吹入水蒸氣，則火勢漸減，減至相當程度即停止水蒸氣，再吹入空氣，使再回復火勢。這樣循環進行，製造水煤氣。水煤氣在燃燒時，其火焰

呈青色，故又名青水煤氣（Blue water gas）。

發生這兩種氣體的裝置比較的簡單，各工場都自由裝設應用。煤氣工場乾溜煤時其燃料也用他的，也有在煤氣之中混雜著這兩種氣體的。除供燃料以外，其他在工業上的用途也很大。

將煤變成液體使用。近來最新的各種交通機關，都用石油的。如飛機、飛艇、汽車等是。即向來用煤的汽船及火車、軍艦等，近來也漸次轉用石油了。第一，用石油的機關，其能力較低，固屬瞭然，然其他種種便利如運搬燃燒，亦莫不遠勝固體的煤，故石油的需要頗日見膨大，世界石油的產額，遠不及煤，最豐富的首推美國，然據學者推測，若照目前那樣的消費下去，不出幾十年，也行將告罄的。故以其他燃料替代石油的研究，近來正在甚囂塵上。

由煤製成液體的燃料，有二種意義。第一把煤很經濟地利用。第二，可以代替石油。當歐洲大戰時，英國德國等皆因缺少石油，乃設法研究石油的代替品。其結果發見煤的低溫乾溜法。以煤製煤氣時，在攝氏千度以上。然至五、六百度左右，已發生性質不同煤膏。這煤膏與石油很相似，可以立刻代重油用。稍加手續，即能應用於第二則引擎。再從乾溜時發生的氣體中，還能製汽油。高溫乾溜時所生的煤膏，約煤量的二十分之一，而上述低溫時，則增至十分之一。結果，最爲難的是殘留下來的焦煤。因爲低溫乾溜時所

生的焦煤與高溫乾溜時的不同，其質脆弱，叫做半成焦煤。本來焦煤於精鍊鋼鐵時很有用的，然有一個條件，須要堅硬的。否則擊碎成粉，塞住了鑛石間的空隙，不能通空氣，毫無用處。故結果雖然發明了代石油用的利益，賸餘的焦煤，遺棄無用，到底仍是不上算。故近來一般學者，又努力利用半成焦煤的方法，或使焦煤與高熱乾溜時用樣的硬度。倘這兩種研究，有一種的成功，則低溫乾溜的前途，大可樂觀。

煤與石油都是碳與氫的化合物。其成分的比率，煤的含碳分比石油多，故德國的學者柏爾鳩斯氏設法在煤中加入氫，使煤中的碳氫成分完全與石油相同，則可得石油。他繼續努力的結果，發明所謂柏爾鳩斯法。此法將煤搗碎成粉，浮於重油等質量的油上，以唧筒壓送多量的氫，加熱至四百度左右，則煤成爲石油。而製造時所用的重油，成爲汽油般輕質油。不過是法需用多量的氫，當初不易廉價辦到，難爲工業上的大量生產。最近德國已告成功，年出石油二十五萬噸，而且其價格較普通的石油更便宜。

其他還有一種由煤變成液體的方法。先將煤製成氣體，再由氣體而爲液體。此法似乎愚笨，然頗有裨益。先將焦煤加熱，通流水蒸氣，製成水煤氣，這事在前而已曾講過。將這氣體放入內盛接觸劑的鐵器中壓縮之，熱至四百度左右，水煤氣已成爲一種易燃的液體。叫做合成油。此油與石油不同，然於汽車上十分適宜，其用途不憂不廣。其他還有一點長處，合成油也可能自低溫乾溜時賸下的半成焦煤中製成。

由上述二種方法，可以完全將煤變為液體，供諸燃料。其他自水煤氣製造一烷醇（Methyl alcohol）的方法也發明了。一烷醇雖然不能如石油一樣，應用於各種機關，但可代汽油用。

第三章 飲食物工業

一 碳水化合物

有機化合物與無機化合物 地球有無數的化合物。不論有生命的無生命的，地球上之大部分，皆由化合物構成的。化合物可約分別為二。第一，由生物的活的作用而成的，第二，與生物的活的作用無關的。例如，我們日常排出體外的尿，是因人的活的作用的結果。反之，如炭酸氣，只要使炭燃燒，便能產生，與生物的活的作用毫無關的。從前的人以為以活的作用而產生的化合物，決不能人工製造的，故名曰有機化合物。反之，後者曰無機化合物，兩者以此相區別，不料在百年前左右，德國的化學家味勒（Friedrich Wöhler 1800—1882）在實驗室中製成了尿以後，漸漸以人工製成種種有機化合物。至此，方纔明白，以這種方法來區別化合物為有機與無機，實在是錯誤的。然而一向稱為有機化合物的多含有碳

的化合物。再從其他各點着想，也是把這種集合爲一起來研究比較便當，故在今日，還是保存著有機化合物與無機化合物二名詞，分別領域。

碳水化合物 對於我們日常生活特別有深切關係的，莫過有機化合物中的碳水化合物。碳水化合物是碳氧氫化合物而成的。三者中的氧與氫，永遠是含著構成水時的比率——氫二氧一——故換句話說，即爲碳與水的化合物。碳水化合物同時又叫做含水碳素。

構成植物的主要部分的是碳水化合物。如我們日常吃的米麥麩糖及穿用的衣服被等的原料棉，無一不是這種化合物。此書中大部分講述食用的碳水化物的工業。

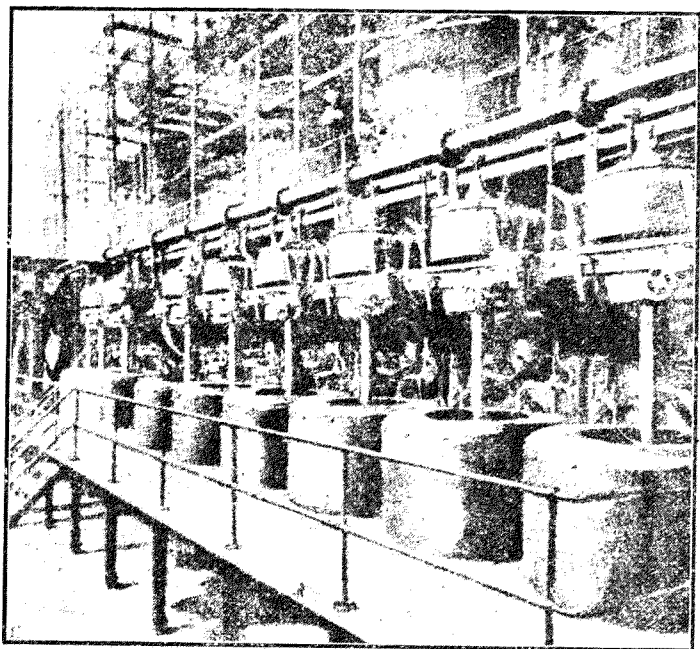
二 糖

糖的原料 糖是一種植物——甘蔗——莖中的液汁，煎煮而成的結晶。甘蔗這樣植物，高約六尺至二十尺，我國各處，皆有販賣，爲水果類的一種。產於熱帶，在廣東福建一帶出產甚多。糖又能以甜菜中製造。甜菜是萊菔之一種，其性與甘蔗適相反，產於寒帶，故我國北部很多。歐洲糖多由甜菜製造的，而日本糖多由甘蔗製造的，因爲台灣產甘蔗很豐富。

糖的製法 甘蔗的繁殖很簡單，普通截取莖稍插植而成。唯其田中須四時滿水，並需強烈的日光。種後經一年許，已充分長成。由甘蔗製糖時，先用機械刈取成長的甘蔗，放上壓榨機，在卷軸間不時的壓潰，含在甘蔗中的液汁完全榨出。榨廢的殘餘，幾乎毫無水分，即供工場的燃料。榨取的汁中，除糖以外，還有其他雜質，故加入石灰，與汁相化合。有的上浮表面有的沈澱底面，選取澄清的一部分，濾過了，再加熱煎煮。

這次煎成的膠質叫做糖漿 (Syrup)，把糖漿再放入真空罐中，使之蒸發，即得糖的結晶，然只有一部分而已，還賸留著膠似的汁，叫做糖蜜。用遠心分離機自砂糖中分離結晶之粒，即為白糖。該機體圓，似古時的螢籠，中盛砂糖，盡力旋轉，藉遠心力之作用，砂糖將自機中飛出。然砂糖之結晶，為網眼抵住，故只有糖蜜飛出機外，分離出去的糖蜜，仍可煎煮砂糖，循環進行，然至最後，終有一部分不會結晶的蜜，不得已與結晶混著出賣，此即下等的糖。有的送往都會上之製糖工場，再行精製。其製法先溶糖於水中，加入叫做硅藻土的粉末，濾成清澄的液，再以動物骨燒成的骨灰濾淨，成為潔白無色的清液。乃如製砂糖同樣方法，煎煮成精製白糖。劣等的砂糖，其外表雖然不如精製白糖的美麗，但也有一種特殊的香氣，宜於家庭中雜用。

第十五圖



機 離 分 心 造
中 之 罐 上 在 排 列 的 西 東 似 的 龍 蟻

甜菜製糖法 甜菜類

播種以繁殖的。溶粗糖為液體，加入叫做硅藻土的粉末，製糖用的甜菜，其種子務選糖分最多者種植。聽說這種植物，在當初糖分並不多，拿破崙為敵軍包圍時，蔗糖的輸入停止了，乃設法改良甜菜，遂成糖分很多的植物。甜菜在春下種，秋霜前掘取，埋藏土中，以防冰凍。需用時隨時掘用。製糖時先切成細長之條，放入溫水中，溶出糖分，

然後用製造蔗糖同樣的方法，使糖分結晶而成糖。

糖的種類 糖的種類極多。從甘蔗甜菜製成的，僅不過糖中之一部分。其他如葡萄糖、果糖、糖乳、糖麥、芽糖等。其中葡萄糖與果糖。由種種的果類製成的。蜜蜂之所以甜，因為其中含有許多葡萄糖。乳糖含於人及牛的乳中，麥芽糖在飴中。

三 澱粉

澱粉 把米研成細粉，用顯微鏡看起來，原來是許多鱗角似的東西，如石垣般的互相疊積著。這粉叫做澱粉。其他如麥、豆、甘藷等等都是這種粉積疊而成的。當然，澱粉的形狀很多，其中最美觀的莫過於馬鈴薯的。他是卵形的，很大。仔細看去，有許多似乎年輪的條紋。

此等澱粉，也是碳水化合物之一種，是植物在體內構成的。植物的世界一書中曾詳細講過，植物日間在葉綠體中製成了澱粉，至夜間溶解了運往果實莖根，於是成爲上述種種的澱粉，貯藏起來。

澱粉不會在水中溶解的，然加水煮起來，則成糊漿。他除供給我們食用以外，在工業上也有不少用處。澱粉作爲工業上的原料，最多的要算馬鈴薯。其他如小麥、米、甘藷等的用途也不小。

澱粉中有可溶性澱粉及糊精。兩者溶解後皆有強固的粘著力，故能用之製漿糊。

四 啤酒

製造啤酒的原理 製造啤酒時，先使大麥發芽，不久生酵母素，藉酵母素之力，將澱粉變做糖類，再藉酵母菌變為酒精。為加風味防臭腐起見，在製造行程中，再加蛇麻（Hop）

啤酒的原料 啤酒的原料是大麥，製啤酒用的大麥，必須擇色味香三者俱嘉者方能適用。啤酒中的水，比普通的紹興老酒多，故製造用的水的性質，也得詳細考究過。蛇麻是蕁麻科植物，其花瓣的內面，生着細小的粉末，與啤酒以馥香並有防腐的作用，因為他含著苦味的酸類及鞣質（Tannin），啤酒之所以帶有一點苦味，也是為此。然而據喜歡吃啤酒的人說，啤酒中反而以這點苦味為最美。製啤酒的酵母菌有四種，因種類之不同而製出各種滋味的啤酒。釀酵力弱的，糖分未能完全變做酒精，故味甜。釀酵力強者其酒甜味少酒精多。

麥芽汁 欲製造啤酒時，先製麥芽——麥發芽後曰麥芽——麥一發芽，即發生許多酵素，製麥芽時，先將大麥浸於水中，使他充分吸取水分，乃散播大室床中，與以適當的溫度，還有一法，放入水平的大

圓筒中，吹入適當的濕氣與適當溫度的空氣，漸漸迴轉。後法較前法為進步，現在的啤酒製造公司中多採用後法。大麥經一星期餘而出芽，移至乾燥室中使之乾燥。由此時溫度的高低，產生性質不同的啤酒，故製造黑啤酒時，溫度特別增高。

乾燥了的麥芽，放上卷軸研碎，加入倍餘的水，施以適當的溫度。於是酵母素發生作用，將澱粉變為糖分。完畢後濾過加入蛇麻，使沸後移至桶內。這液叫做麥芽汁。

醱酵分做二部手續。第一次，加入酵母，經數日，酵大酸，約經十日而終。於是輕輕地汲取上面澄清部分，不攪動沈澱的酵母。另放入酒樽中，再使他醱酵三月，啤酒至此始告完成。

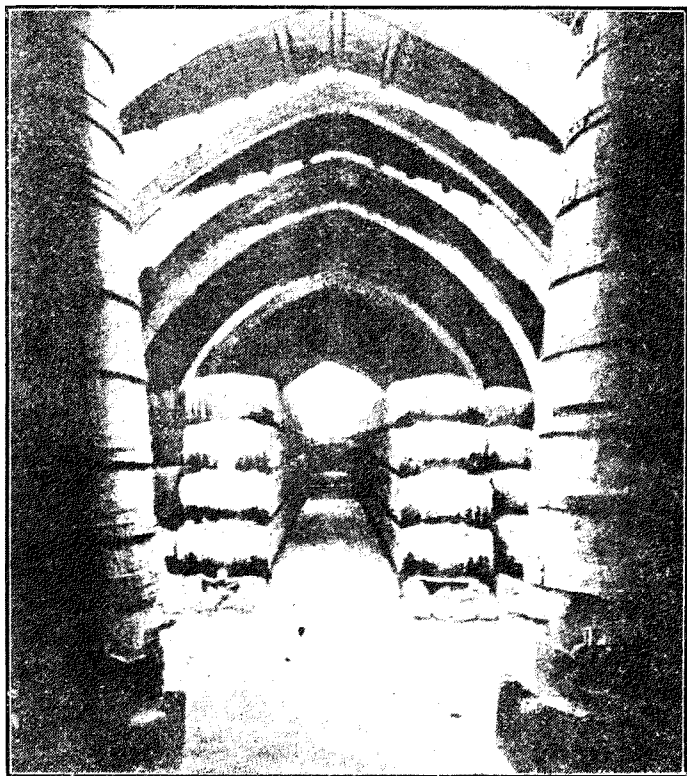
生啤酒 由上法製成的啤酒，即裝入樽內出賣的，叫做生啤酒。我國飲者甚少。裝入瓶中的啤酒，還須再經過加熱殺菌的手續。

五 葡萄酒

葡萄酒是葡萄的汁醱酵而成。葡萄汁中已含有糖分，故直接使他醱酵就好。

製葡萄酒時，先取去葡萄的枝幹，放入卷軸間壓潰——然不可將種子一併壓碎的——其次，榨取

第十六圖



葡萄酒的貯藏室

葡萄酒，只有赤葡萄酒，並不經過此等手續，立刻使之醱酵，然後榨汁的。其皮的紅色素溶入酒精中，即成美麗的酒色。

葡萄酒裏起醱酵作用的酵母，本來是附著在葡萄皮上的。與汁混著繁殖，發生醱酵，其醱酵也分前後二次，

與啤酒一樣。其期間由溫度而不同，普通第一次醱酵最長至六星期，第二次以六月為度。但是這樣製成了的仍不能算為上等的葡萄酒，要好，還須長期間的貯藏。貯藏三、四年的也還不能算為什麼上等的，至少在七年以上。中等的在百年以上。

香檳酒 香檳酒中含酒精較多，也有糖分，故飲時微甜。其中含著碳酸氣，故是沸騰的酒。其原料是葡萄酒，製造時頗費手續，價極昂貴。

酒中的酒精 葡萄酒及啤酒二者中所含酒精的分量，互相比較起來，其數字如下：

葡萄酒

六一十三

啤酒

三·五一五

酒中除酒精、糖、水分以外，還含著種種物質，如越幾斯分是種滋養分，在啤酒中特別多。故啤酒不但可以當酒飲，還可當做滋養物。

強烈的酒 酒精分強烈的酒，皆以醱酵作用製了的酒再加蒸溜而成的。如白蘭地由葡萄酒蒸溜而得，Whisky是由麥芽、玉蜀黍等製成的酒再蒸溜而得。甘藷醱酵了蒸溜所得的白甘藷燒酒，價廉的西洋酒，大都是混成酒，在酒精中混合各種東西製成本來的酒色而成，飲之有害。

六 酒精

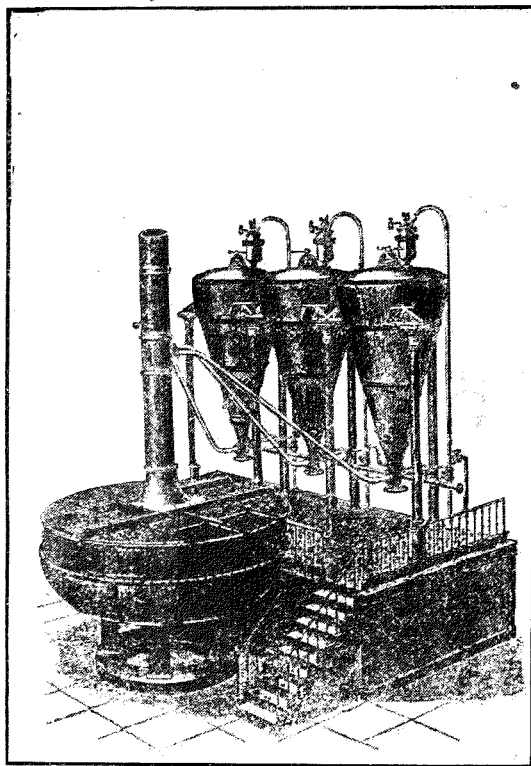
酒精於工業學術醫療等各方面有很大的用處，故每年酒精的產量，也值得驚人。製造酒精，也是利用醱酵作用的。

酒精由糖類的醱酵而成的，故糖類是不必說了，凡是製糖類的原料，不論什麼，都可為酒精的原料。普通常用的是穀類、馬鈴薯、甘藷其他植物之實，含有澱粉者，草木的纖維，製糖時所生的糖蜜。損壞了的酒類，酒粕等也可以製成酒精。

由馬鈴薯製酒精之法 由馬鈴薯製酒精時，先採集馬鈴薯，加壓力蒸熯之，溶解澱粉，成為粉糊，此外先預備下麥芽或小麥麩，繁殖了酵母素，攪雜於粉糊中，使澱粉都溶解了，變做糖類。此時再加入特別的酵母，發生酒精醱酵。為防止細菌的繁殖，另加乳酸。因為細菌的力量較酸弱，遇酸即死，而酵母之力則較乳酸強，於酵母的繁殖，毫無阻礙。馬鈴薯以外，其他如甘藷、蜀黍、高粱等，穀類也能同法製造。

醱酵過的液汁，含著的酒精，僅不過百分之十。其他大部分是水，還有種種不純粹的物質。故用蒸溜法，分離酒精。蒸溜後所得的已有百分之九十五的純粹酒精了。

第十七圖



製造酒精將馬鈴薯製成糖的裝置

由纖維製酒精

之法 以草木的纖維製酒精普遍最用而且價最低廉的原料，莫過鋸屑。要從鋸屑製酒精時，先在鋸屑中加入少量的硫酸，加壓力蒸煮，纖維本來是纖維素，與硫酸發生作用後成爲葡萄糖——糖類之一種。——簡單的講一句，先由鋸屑製成

糖類，然後用碳酸石灰將硫酸除去，再加入酵母，使之發酵，即成酒精。前面曾講過，上等的紙料以亞硫酸石灰煮木材而成，這時候積沈在下面液中的也含有百分之十左右的糖類，故從紙料中也能製成酒精。這種液汁，其產量甚多，本來連埋棄的地方都成問題的，現在打開了一條利用之途。

前面曾講過，製糖時最後廢下不能當做糖的原料用了的糖蜜。這種蜜含有一半的糖分，故也是製酒精的好材料。

製酒時流出來的含有酒精的無用的液汁，腐壞了的葡萄酒，酒粕，製造啤酒的時候黏附在濾過的酵母上的液汁，其中皆含有酒精，凡此種種，皆為製造酒精的原料。

由酒精製成的各種藥品，酒精可以製成種種的藥品，

醚 (Ether) 爲 Ethyl alcohol 中混以濃硫酸蒸溜而成，是極易揮發，又易燃的液體。多用作爲麻醉或溶解脂肪等藥品。

醋也是由酒精製成的。酒長期的放著即帶酸味，因為酒精變做醋了的緣故。這是因為空氣中有醋酸細菌，偶然落在酒中，將酒精變成了醋酸。食用的醋，是利用這種細菌從酒粕酒等製成的。詳細的在下再述。

七 醋

酒精同醋酸菌發出的酵素之力，醱酵變為醋。這事在前面約略講過了。我們日常用的醋，也是使醋酸菌在含有酒精的液中發生作用而成。醱酵時，他不但能將精酒變為醋，並發生風味很好的物質。醋的原料，最上等者是腐壞的葡萄酒。我國則採用腐損的老酒或磨碎酒粕混水壓榨，取其流出之液為原料。此液盛在大桶中，使他完全醱酵，須費許多時候。醋成後，汲出一半，再放入新原料，如此一再循環製造，其他還有一個速成法。直立的一個鐵筒中，填塞鉋屑，從下面送入空氣，上面滴下混醋的原料，使原料在落下鉋屑間的工夫，發生作用，至下面成醋流出。不過以此法製成的醋沒有像正當製醋方法製成的有風味，故販賣時又須另加有風味的東西，如麥芽越幾斯等。

八 醬油

我們倘茫然的問一聲，我們中國人自古以來，最多吃的是什麼，不容說，因答是米。其次呢？要算醬油了吧。醬油是米、麥、大豆等因麴及其他種種酵素的醱酵作用，製成饒有滋味的食品。我國之所以自古盛

用醬油，大概因爲醬油的風味，適合中國人的嗜好，而且其製造，十分簡單，不需其他原料，故非科學的我國，自古風行。

醬油的製法 醬油的原料是大豆與小麥。大豆蒸軟了，與炒後脫殼的小麥互相混雜，兩各一半，移入麴室製麴。麴繁殖後，混入鹽與水，在大桶內每日攪亂，因麴的酵母素的作用使澱粉變做糖類。再使酵母在糖類中起作用，發生酒精。還有大豆及小麥的蛋白質因別種酵素的作用，變爲有風味的物質。這種工作大約自夏起至次年春季前後約十月，醬油告成。

醬油的風味與色 麴發生的酵素除酵母素以外，還有多種。例如將酵母素所生的糖類變爲別種糖類。酵素分解大豆、麥的纖維轉成柔軟的酵素。著色的酵素，分解脂肪的酵素，分解蛋白質的酵素等等。有人說醬油的味，是蛋白質分解後而生的 *Glutamic acid* 的化合物，其他還有各種的細菌，也會發出酵素製成酸類。此酸類與山酒精醱酵而生的酒精化合了發生一種芳香。製醬油時之所以不停的混攪，第一爲使全體能受同樣的作用，第二送入酵素起作用時所必要的新鮮空氣，並散發因作用而生的碳酸氣。

充分的醱酵作用，須費一年。於是上機壓榨，便成醬油。醱酵一年左右的醬油，其香足，二年的風味美，

三年的色澤佳。上等的醬油，三者混合了壓榨的。但現在極少。

醬油製後，末了還須加熱至百度左右，則光澤佳風味美細菌死，能長期保存。普通的醬園還要著色，加入其他雜質，方纔出售。

醬油的色味香，可由原料的增減來定。如原料大豆多則色濃味美，然香不及。反之，小麥多則香氣芬芳色淡味薄了。

九 蛋白質

蛋白質是什麼。前面曾講過植物的主要成分是碳水化合物，然而動物的主要成分是蛋白質。蛋白質就是蛋裏的蛋白。然蛋白質之種類甚多，蛋中的蛋白，不過其中的一種而已。自人類以至一切動物的肉，其主要成分都是蛋白質，植物中也有含蛋白質的；特別如豆穀類，含蛋白質更多。日常吃的豆腐，就是凝固豆中的蛋白質而成。碳水化合物是碳氫氧的化合物，蛋白質則除此以外，還必含有氮與硫黃，也有含磷的。蛋白質不絕的在我們體內分解了排出體外。小便即為蛋白質分解的結果。其中的大部分是尿素。因為體內的蛋白質不時的缺少，故我們為補足其缺少起見，常隨時飲食。吃進去的食物中多含有蛋白質，

我們的體內非自然攝取，自然並不是只要是蛋白質就有益人體的，蛋白質中也有滋養身體的與不滋養身體的。當做食物吃的蛋白質，自然必須擇其能滋養身體的。

純膠 蛋白質為工業上的原料的甚多，最著名的是絲絲是蛋白質之一種。塗在照相乾片上及軟片上的純膠 (Gelatin) 也是一種含在動物皮骨中的蛋白質。

味之素 蛋白質雖有許多種類，然分解了，無論那一種蛋白質中，皆有氨基酸類 (Amino-acids) 氨基酸中仍有許多種類，其中的 Glutamic acid，其味甚美，肉類之所以味美，就是因含有多量的 Glutamic acid 的緣故。聽說味之素也是 Glutamic acid 與鈉 Sodium 的化合物。味之素溶入水中後，兩者分解而生 Glutamic acid 故其味津津。

味之素由小麥的蛋白質製成的。其製法將小麥粉用水浸捏，使之十分柔和，再用稍含食鹽的水洗滌，澱粉與蛋白質乃各自分離。用鹽酸煎煮蛋白質，冷卻了，結晶成 Glutamic acid 與鹽酸的化合物。將此結晶溶入水中，先加石灰，最後加重碳酸曹達，則生 Glutamic acid 與鈉的結晶。乾燥成粉，即成味之素。小麥粉中的蛋白質極少，其餘皆為澱粉。故與蛋白質分離後的澱粉量極多。製成麥粉，仍可出售。

第四章 肥料工業與淡氣固定

一 人造肥料

肥料是什麼 植物的生長，必需碳、氫、氧、淡氣、氮、硫、黃、磷、硅、素、鈉、鉀、鈣、鎂及鐵十種元素。其中只有碳自空氣中吸取的，其他九元素，皆自土中吸取的。天然的山林原野間的土中，適當地含有此等元素，故年年草木能滋生繁盛。然田地中所含的此等元素，年年為大量的種植物所吸收，漸次減少。有幾種元素植物吸收得少而土用含著多的，還不要緊，然如淡氣、磷、鈣三者，植物所吸收的分量多，故土中漸致缺乏。結果土地瘠瘦，不能種植農產物了。故欲農作物繁茂，在這種時候，必需與以此等缺少的元素。此即肥料。

人造肥料 我國肥料，自古即用糞便堆肥等，其中皆含有上述三種元素。還有在稻田中用的灰，其中含有加里的。然此等肥料非但不衛生，而且在耕地日增的現在，不能充分滿足其需要。豆類的根上，有一種細菌，吸取空中的淡氣，為我們製成含有淡氣的肥料……其他如榨油過後的大豆豆粕，榨油過的魚的渣，向來也用作淡氣的肥料。然上述幾種肥料，其效用甚薄，不够應用。故進一步設法分量少而效用

多的肥料，則運搬輕便，工作便利；又如含磷酸與加里的肥料，於土地十分重要，然一向很少用，故要理想的肥料，除人工的製造以外，別無辦法，人造肥料，即應運而生。

淡氣肥料 含淡氣的肥料，各國向來採用智利的硝石。硝石一物，於其他工業上，用途亦極廣，在一千九百十三年，智利供給全世界所消費的淡氣量之半。然其後因含淡氣的化合物如製煤氣的副產物，由空氣中的淡氣固定等，產生了多量的淡氣，智利硝石，乃有日落千丈之勢。現在硝石所供給的淡氣，只不過世界每年消費額的十分之二而已。智利硝石的重要用途是肥料，我國每年輸入也很多。

於淡氣肥料上次於智利硝石的，有硫酸銨（Ammonium sulphate）硫酸銨的原料，大部分是空氣中的淡氣，我國所產甚少，不够自給。硫酸銨是硫酸與銨的化合物，其中的硫酸於肥料上無甚關係，也可用其他更廉價的酸類代用。最近正在研究利用尿素。因為尿素中含淡氣極多，而且又十分經濟，大概不久即能發明，普及應用。

鉀肥料 一向農家延用的鉀肥料是灰。因為灰的主要成分是碳酸鉀（Potassium carbonate）現在普通所用的是磷酸鉀及硝化鉀。因為此等鉀內含有磷與氮，於肥料上頗有效益。德國有鉀的化合物積成大層，深埋地中。世界各國，皆仰德國的供給，以製造鉀肥料。歐戰時德國停止供給鉀肥料的原料，

各國大窘。苦心研究從他處尋得代用品。歐戰息後，世界各國，仍受德國的供給。

磷酸肥料 含磷的肥料，叫做磷酸肥料，自磷礦石製成。磷酸肥料中之大部分是磷酸鈣（Calcium phosphate）然而磷酸鈣這東西，很不易在水中溶解，故又不易與土壤相混。故第一步非將他製成在水中易溶的物質體不可。其法將磷酸鈣粉碎了，加入硫酸，則成磷酸鈣與硫酸鈣（Calcium sulphate）的混合物。磷酸鈣至此方纔成爲溶解性的物質了。這叫做過磷酸肥料（Superphosphate manure）。

海鳥千萬成羣的海島上，其糞堆成岩，叫做糞化石（Guano）含磷酸很多，也有淡氣或鉀，故能作爲肥料。南美的西海岸，產糞化石甚多。所謂磷礦石者，是糞化石中流去淡氣而成。南洋青洲等出產甚多。過磷酸肥料中含有硫酸鈣（Calcium sulphate）。故磷之分量，隨之減少。現在正在研究磷不減少，而能溶解水中的方法，已有相當的成績。

氣體肥料 誰都知道植物不時的從葉間吸取空氣中的碳酸氣。故學者間又另出新途，想充分的供給植物以碳酸氣，使植物的同化作用更益增進，則收穫亦能隨之增多。由過去努力研究的結果，發現在日光弱的時候，似乎頗有效果的。據某實驗的報告，若日光的強度只有室外四分之一的溫室中，則碳

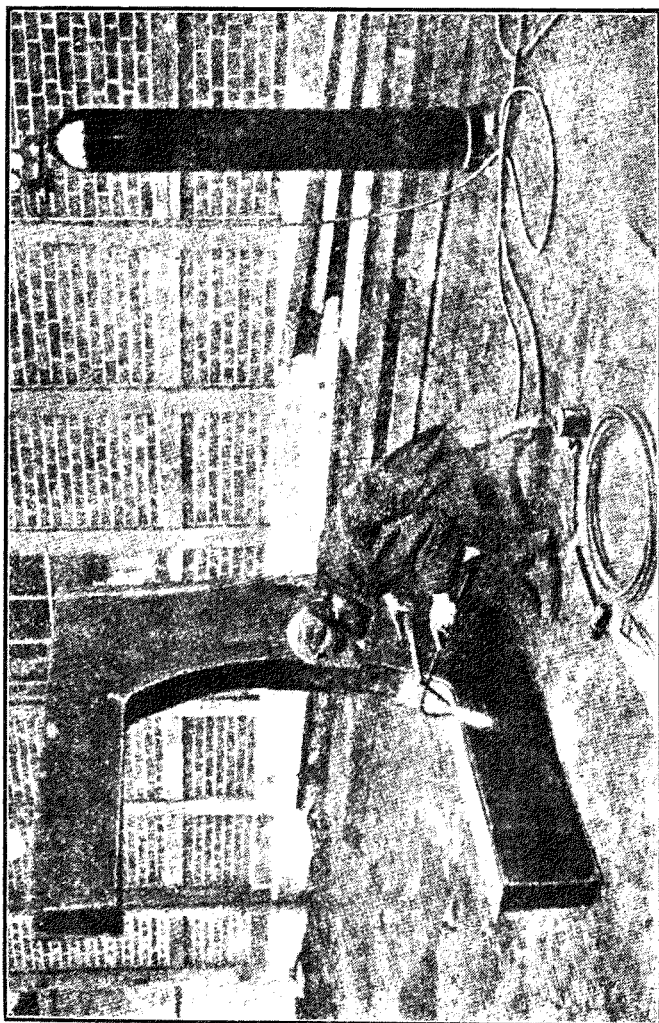
酸氣較普通增加十倍，收穫可增至四倍。這種研究現在尚屬開始時期，未能實地應用，至於將來，或可大告成功，亦不可得而知。

二 空氣之利用

氧的利用 空氣的主要成分是淡氣四氧三的比率混合而成的。此外還含著碳酸氣，水蒸氣，氫（Argon）氦（Neon）氮（Helium）氬（Krypton）等種種氣體。其中的氧，為生物的呼吸所用，碳酸氣為植物葉吸收了成爲養分，淡氣，因土中的細菌的作用，又成爲植物的養分了。自然界中各物皆能充分地利用空氣。近來用人工的利用空氣的成分於工業上，也漸次發達起來了。空氣這東西，無處沒有，而且用之不竭，不比其他原料，要出錢去買。從前因爲分解空氣成分的方法尚未進步，故一向棄之不用，實在是可惜之至。

物在空氣中燃燒時，空氣中只有的氧是必要的，淡氣於燃燒，毫無助力的。反轉來講，氧對於燃燒的作用爲淡氣所緩和了，故物在空氣燃燒時，其作用不會十分劇烈。倘移至只有氧而無淡氣的地方燃燒起來，則其作用非常劇烈，而發高熱。例如在氧中燃燒氫能發二千一百度，二碳炔中燃能發二千四百度。

工 鐵之熔體與氧氣混合之鐵爐之二種燃燒



的高熱，利用了此等高熱，可以截斷鐵板接續鐵板。肺病患者，陷入呼吸困難的時候，供給氧也是一種救濟辦法。還又工人潛入水中或入有毒氣體的鑛山坑底中也常攜帶氧去的。

由空氣中攝取氧時，利用氧與淡氣變成液體的溫度之不同。攝取時，必須先將空氣變為液體。其法加強壓力於空氣，再使空氣自小孔中向壓力低處噴出。空氣自身本來也能冷卻的，現在利用其冷的空氣，不停的冷縮被壓縮過的空氣，應用這種裝置，將空氣冷至零點下二百度，成為液體。這液體空氣，變成細雨，紛紛降下。然空氣中的淡氣，變成液體的溫度，較氧為高。換句話講，他比氧容易變成氣體。故只要將此蒸發，騰下的便是氧。

空氣中分取氧時，同時還能得淡氣。不過此法在今日所費尚甚大，故由此法而得的氧也不便宜。因此，雖至今日，氧尚未廣泛為一般所使用。

這氧普通壓縮至百五十氣壓，裝入鋼鐵製的筒中，在市場販賣。不過鋼鐵筒十分笨重，不易運搬。故近來德國用液體運搬，在使用的地方，再裝入鋼鐵筒中應用。

淡氣固定的必要 向來世界上所用的淡氣肥料，多是智利的硝石。硝石又能為製造硝酸的原料。智利硝石，產在南美智利，該國北部的大平原中埋積成厚層，其量甚多。為什麼會成這樣的大硝石層，在

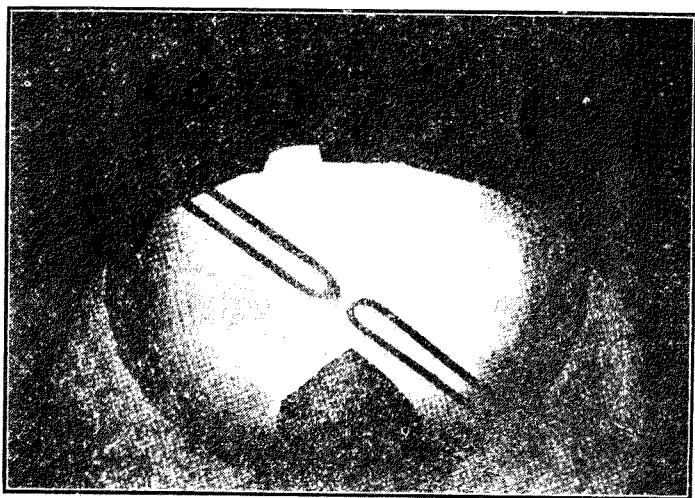
學者間還成爲一種謎語。智利的硝石，供給全世界的需用，每年開採甚多，這樣下去，終有一天採盡的日子。特別在戰爭的時候，各國往往接不到智利的供給，發生困難。故頗有人注意用什麼東西來代替智利的硝石的原料。經學者種種研究的結果，注意到用空氣中的淡氣來代硝石之用。此即淡氣固定。

電氣硝酸法 淡氣固定現在已有三法。第一用電氣爐，將空氣強力加熱，使氧與淡氣化合製成酸化淡氣，然後再製成硝酸。所謂電氣爐者，由電氣的火花發生高熱的爐。要使氧與淡氣互相化合，其熱度愈高，則效力愈著，同時冷卻時愈慢，則已化合的漸漸分解，效用愈減，故必須驟然冷縮。此法乃用磁石之力，將電氣的火花，擴至圓板形，空氣吸送其中，氧淡氣乃起化合。此法發明者爲挪威的俾克蘭氏，十年前東游至日本，客死於東京上野之精養軒中。以此法製成的氧化淡氣，在別室中使與空氣中氧相化合，過通塔中，爲自上降下的水所吸收，便成硝酸。這硝酸再與石灰發生化學作用，即成爲硝酸鈣，其成分與硝石相同。此即挪威硝石是也。

石灰淡氣法 淡氣固定的第二種方法，從空氣中製成石灰淡氣。這是黑色之粉。可以當做肥料用，還能做一般當做肥料用的硫酸亞摩尼亞的原料。

石灰淡氣法的製法先燒石灰石，製成石灰，再與礬同在電氣爐中加強熱製成碳化鈣（Calcium

第 十 九 圖



花 火 之 發 生 於 燭 氣 電 式 蘭 克 俾

Carbide) 這時的碳用焦煤或煤。碳化鈣加以水便成二碳炔氣，在水月雷燈中點用者就是。此氣體通過淡氣，則成石灰淡氣。

亞摩尼亞合成法 第三是亞摩尼亞合成法爲德之哈勃氏所發明，故又稱曰哈勃氏。此法先使淡氣與氫化合製成亞摩尼亞。這時候溫度並不需要十分高，然壓力則非極高不可。因爲淡氣與氫化合後，其容積減半，若壓力一高，則其作用顯著了。普通用六百度的溫度，二百氣壓的壓力。要在這二種條件下施行，本來是非常困難的。由哈勃氏的苦心研究，已成可能。最近聞法國的克氏發明用一千氣壓的方法，成績極好云。亞摩尼亞製成後，則第二步

由亞摩尼亞製成硝酸或硫酸亞摩尼亞，這是很容易的事了。

前面二種方法，皆需高熱，非電力既便利又價廉的地方，不易實行。惟第三法並不需要大不了的電力，最爲有望。電力比較的缺乏的德國，努力利用此法。歐戰時曾用此法製亞摩尼亞，更由亞摩尼亞製成硝酸，爲火藥的原料。德國用此方法製造固定淡氣之量，可與智利的硝石產額，互相匹敵。

第五章 食鹽與鹼

一 食鹽的重要

食物之中，倘一點沒有鹹氣，則決不會發生滋味。食鹽於我們的食用上，實爲一日不可缺之要物。然則我們之所以喜吃鹽者，因人體的經營生理作用上，這是不可缺的要物之一。

鹽不但對我們人類是必要的，即其他動物，亦莫不然。固然，動物並沒有像人似的，特別吃食鹽，然他們日常吃進去食物——不論動物植物——之中，皆已含有少量的鹽分，足夠他體內的需用了。鹽除供給食用以外，於工業上也是一種必要的東西。

二 食鹽的製法

海鹽與山鹽 海水中有大量的食鹽溶含著，其重量約占海水重量的百分之三。故近海之國，能自海水取鹽。反之，遠離海濱之大陸內地，似乎要為他們擔憂了；這也不必，在地下埋在很厚的鹽層，可以掘出使用。其他還有鹽水湖，從湖水中也可取鹽。地下有鹽層的大陸，從前是海。海水蒸發後，故鹽凝結成層，埋在地中了。

鹽田法 從海水取鹽，因地位的不同，有二種方法。第一叫做鹽田法。先製成鹽田，引入海水，使之蒸發，製成濃鹽水，再煎煮之，結晶成鹽。這方法只能在海水含鹽分多而雨量少的地方行之。

鹽田與普通之田圃不同。擇海濱淺而廣遠之處，建築堤防，在退潮時，海水完全退盡了，用泥堅實底部，其上敷以石塊，其高度約在漲潮時適為潮水所浸滅，其上再鋪砂層。縱橫設溝，在堤防上另設水門，以便引水入內。鹽田至此乃告完全。

製鹽時，頗費手續。先在潮漲時開放水門，引海水入溝中。至溝內水滿，乃關閉水門。使海水在退潮時不至退去。海水先浸入石塊之間，次之，昇至石塊上之砂上，最後乃其表面。這叫做毛細管的作用。我們試

以二箸並着直立湯中，湯延箸上昇，同樣道理，海水也上昇於砂與砂的細縫間。昇至表面的海水，水分蒸發了，鹽分轉濃，終至結晶附著砂上。大抵海濱上多風，故其蒸發也比較迅速。表面部分蒸發了，下面的隨之補增。結果有許多鹽凝結於砂中了。

鹽田中到處還有許多沼井。這是四角形的木箱。底上有簣，其上載稻草。至午後，鹽田中的砂上，已充分吸收鹽分，乃收集砂土放入沼井中，汲海水自上注入，附著在砂上的鹽，皆溶解而成濃的鹽水，下沈底中。用管導入桶式瓶中。將此鹽水，放入大釜中煎煮，水分蒸發，即成爲鹽。這時用的釜，與日常家用者不同。四角底淺而平。是爲煎鹽。

有的將此濃鹽水，以製糖之法，使之結晶。叫做真空式製鹽法。先將鹽水放入多重效用真空罐內，吸出其中的空氣，降低壓力，然後加熱。罐內的壓力愈低，則至蒸發之熱度愈低，燃料也就愈經濟。不過此法不能使全體完全結晶，下面必留睜着若干水分。故又須利用遠心分離機，分除水分。用此法製成的食鹽結晶細色白品質也比較優良。

天日法 鹽田法不過將海水蒸發了一半，其後仍用其他方法，加熱成爲結晶。若在日光強烈蒸發迅速之處，始終可以利用日光及風，使之結晶成鹽。此即天日法。用此法時，有蒸發池與結晶池二池。先引

海水至蒸發池，至海水濃了，再引入結晶池，使之結晶成鹽。

鹽田法在煎煮時需要許多燃料，然而天日法並不需要，故其成本比較的低廉。不過其結晶比較遲慢，而且其粒也粗，色不潔白。故多用之於鹽菜及魚類等用。

三 工業上的用途

曹達 鹽在工業上爲什麼占這樣一個重大的位置呢？這也不是僥倖的。他除自身使用於工業上外，還能作爲原料，製成種種工業上必要的藥品。其重要者如洗濯用及製造玻璃萬不可缺的碳酸鈉（Sodium carbonate）還有胃痛時吞的重曹，即重碳酸鈉，製造紙及肥皂用的苛性曹達等。凡此等以食鹽爲原料而製造的工業，叫做鹼性工業。藥品中有酸性的，鹼性的，以及中性的三者。上述藥品中鹼性的代表者，在化學上總括的稱做曹達（Soda）又稱做鹼。

曹達灰之製法 洗濯用的碳酸曹達，是結晶的工業上用的是粉末，叫做曹達灰。當然，曹達灰比前者更重要。由食鹽製曹達灰的方法有數種，現在一般通用者是亞摩尼亞法。此法先將食鹽溶入水中，製成濃鹽水。吸入亞摩尼亞氣，則生亞摩尼亞鹼水。一面預先燒石灰製成碳酸氣。吹入亞摩尼亞鹼水中，則

食鹽變成重碳酸曹達。他因爲不易溶解水中，故沈澱底下。液質流去乾燥了，即爲重碳酸曹達的粉末，燒之即成爲曹達灰。流去的液中，發生鹽化亞摩尼亞，仍能將亞摩尼亞分析出來，循環應用。

曹達除用於製造玻璃外，肥皂，紙，染料，及製造其他種種藥品，用途頗廣。玻璃製造工場中往往自己另設工場製造曹達灰。

苛性曹達之製法 曹達灰以下，最重要者要推苛性曹達及漂白粉了。苛性曹達用電氣分解鹽水而得，同時還能產生氯與氫。使硝石灰作用於氯，即成漂白粉。氯可用之於製造硬化油，此事且在油脂工業中再講。

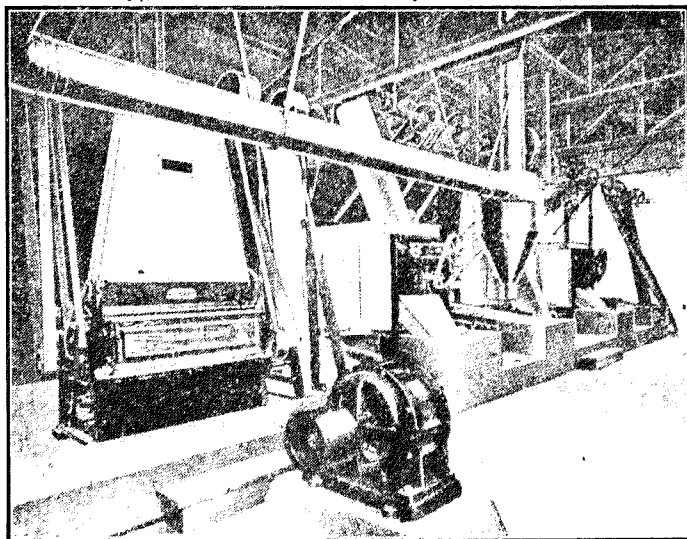
苛性曹達爲製造肥皂時不可缺的重要藥品之一，我國所用者，多由外國輸入的。

第六章 油脂與肥皂

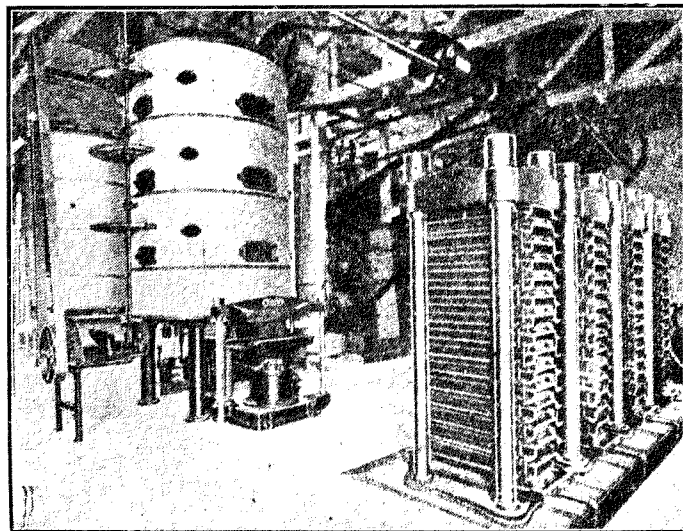
一 油的種種

油是什麼 特單的回答一聲，普通所說的油，可約分爲二種。如牛、豬之油在普通的溫度中凝固著

第 二 十 圖



新式之榨油機裝置 上圖為搗碎原料種子的裝置



下圖為壓榨裝置

的，叫做脂肪。如菜油、麻油等成液體的，叫做油。脂肪與油的溶解溫度雖然兩不相同，但是他們的成分，大致無甚大差別，故總稱之曰油脂。當然，石油以及從果皮中採得的橙皮油等，普通也稱做油的，與上述油脂完全不同。

嘴唇乾燥時塗的甘油（Glycerin）在化學上其性質與酒精相似。前面曾講過酒精與酸化合後叫做酯類（Esters）而這甘油與酸化合了也能製成類似酯類的東西，脂肪就是甘油與脂肪酸化合而成。然脂肪酸之中，還有多種，脂肪的性質，由酸的種類而不同，故有牛脂那樣堅硬的，還有豬脂那樣柔軟的。

植物性的油 從植物榨取的油，其性質由其植物的種而不同，其用途也不一致。

椰子油從椰子的種子中取得的。大部分供給製造肥皂用。我國中部一帶，因天氣較溫，故凝結著的。至於熱帶，椰子油呈液體的，故稱油。橄欖油由橄欖實中取得，可供食用，又可製造肥皂。花生油從落花生實中取得的。棉實油從綿種取得，可以製造人造牛油，做肥皂的原料，以及機械油。其他如麻油自胡麻種取得，蓖麻油自蓖麻實中取得，不勝枚舉，此等油類的用途，在此處不及一一細舉。

以上所舉的油，其成分與脂肪相似。然有幾種植物油，有吸收空氣中的氧分，立致乾固凝結的性質，

這叫做乾性油。如桐油、亞麻仁油等。此等油可以利用其性質，製造印刷用的油、顏料、油紙等。油中加以錳（Manganese）或鉛的化合物，熱之則其乾燥之力更著。

近來在客室或日用的案上多張佈油布（Linoleum）這油布是軟木粉末與顏料用乾性油調合了，塗於布上，其上再塗假漆（Varnish）而成。

油脂中之種類產額最多者，莫過植物性油。我國產大豆、落花生甚多，故大豆油與生油也特別多。

二 油的採取法

採油法大體可分三種。第一叫做壓榨法（Expression）以強力壓榨原料，榨出油來。是法雖甚簡單，然原料中所含的油，未能盡量榨出。我國採取油類，大都用此舊法。特別是滿洲一帶的榨取大豆油，有很大的規模。其次叫做溶出法（Melting）將原料加熱，變成液體。牛油、豬油等皆用此法。第三叫做浸出法（Extraction）。在原料上施以溶油脂的藥品，將油溶為流質，然後蒸溜之，使油與藥品分離。用此方法，能將原料中的油脂，盡量採取。採取植物性的油時，多用此法。油採取後的殘餘，又可以供為肥料或家畜的飼料之用。大豆粕還可做製造醬油的原料。

液狀油中，加入鎳的粉末，通過氫，則氫與油化合，便凝固成硬油。這時候的鎳，只不過幫助他們發生作用做一種觸接劑而已。自身始終不變。若採取魚油時利用此法，可除特有的臭氣，成爲純白的脂肪。用此法凝固的油，叫做硬化油。可當肥皂，蠟燭的原料又可供食用。

三 由油製成的各種物品

甘油 甘油爲製造肥皂時的副產物，其詳細後當再述。然亦能直接自脂肪製造。其製法簡單的講一句，使硫酸或高熱高壓的水蒸氣，作用於脂肪而成。甘油平時用於化裝及醫藥上，然最多用的，却是製造爆發彈。甘油與硝酸及硫酸的混合物發生化學作用，即製成（Nitroglycerin）能起猛烈的爆發。

蠟燭 蠟（Waxes）這東西是酒精與脂肪酸化合後的酯類（Esters），其性質與脂肪稍有不同。唯由黃檀實中榨得的木蠟，與脂肪相同的。說起蠟，諸君也許就以爲蠟一定是只有凝固的。其實又不盡然。如蜜蠟、鯨蠟等雖都是凝固的，但是如抹香鯨油等，在化學上也屬蠟類，都是液體的。

脂肪分解後所生的脂肪酸，蒐集後除去液狀的，賸餘的叫做硬脂（Stearin）普通的洋蠟燭，是硬脂中混入少量的石蠟（Paraffine）而成。

奶油 奶油 (Butter) 是從牛乳中蒐集的脂肪。其成分與脂肪沒有兩樣。不過奶油中還含有酪酸甘油，故有特殊的香氣。製造奶油時，用遠心分離器將牛乳分離為乳精 (Cream) 與脫脂乳；再使乳精繁殖乳酸菌，醱酵後放入器械內攪攪，於是乳精的脂肪凝固。再一壁除去水分，一壁製煉，遂成奶油。上等人造奶油從牛或豬的脂肪中，蒐集比較易於溶融的脂肪製成的，下等人造奶油，自椰子油等製成。

我國各大都會所用的奶油，皆係外國輸入，其數量亦頗可觀。

四 肥皂是什麼

我國向來有句「以毒制毒」的古訓。肥皂是由脂肪製成的，然而能滌除脂肪，正應這句古訓。肥皂是苛性曹達作用於普通動物的脂肪而成，在化學上叫做脂肪酸鈉。脂肪逢苛性曹達之薄液，便分解而成甘油 (Glycerine) 與脂肪酸 (Fatty acid)。脂肪酸更與苛性曹達發生化學作用，則成脂肪酸鈉。製造肥皂時，此等作用，一時並起，製成的肥皂，溶解於水中的，故只要從水中分離出來便可應用。分離時應用鹽析的作用。所謂鹽析的作用，在某種溶液中，加入食鹽，則已溶解於液中的能再凝集了與液分離。

爲化學上常見的現象。肥皂的水溶液中加入食鹽，則肥皂凝固，上昇表面如浮雲，再固集之，便爲普通日常應用的肥皂。

五 肥皂的製法

原料 肥皂的原料是脂肪，種類甚多，因脂肪種類之不同，脂肪酸亦隨之有種種區別。結果製成各種不同的肥皂，然各種脂肪，各有各的特色，故爲兼顧各種特長起見，普通所用的原料脂肪，各種混雜了施用的。

普通化裝用的肥皂，以牛脂、豬脂、羊脂爲主要原料，此外還加棕櫚油、椰子油、橄欖油、落花生油等種種植物性的油。他們之所以要混入低溫度內能溶解的油類，其目的爲使肥皂適當地堅固起見。

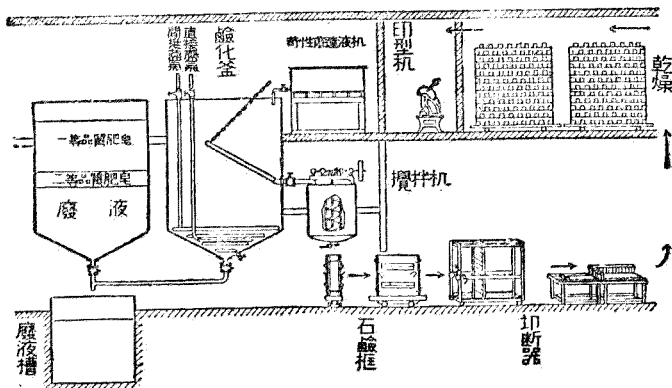
鹼化釜 將此等原料，放入叫做鹼化釜的一個大鐵釜中。此釜內有管，貫通熱的蒸氣，藉此蒸氣之熱，溶解脂肪。一壁漸次放入少量的苛性曹達液，一壁混攪。於是脂肪成爲極細小的粉粒，散雜液中，上浮呈乳白色，這是因爲油脂與苛性曹達液密切地互相接觸的緣故。兩者間充分的發生化學作用，油脂分解成爲甘油與脂肪酸鈉，就是肥皂。一部分的肥皂製成後，則本來未溶解的大粒的油脂即成爲細粒，不

久，又製成肥皂，其作用一再繼續進行。至其作用減退時，液如水飴，於是再加入食鹽。

爲什麼肥皂的溶液中加入食鹽，肥皂就分離而凝固增進作用呢？因爲食鹽是件很容易在水內溶解的東西。換句話說，食鹽將肥皂逐出，自己占領了水分。肥皂分離後的液中，除含著食鹽以外，還有與肥皂同時發生的香油，及未曾化合的苛性曹達等，故呈啤酒之色。這叫做廢液。本來只要流出廢液，即成肥皂的；然上等的肥皂，再三施行鹽析，精製肥皂。這種精製，頗需要特別的技術，肥皂品質之優劣，也由此而定。

乾燥與製型 自鹼化釜中取出的肥皂，還含著十分之三的水分。未冷時，十分柔軟，乘他柔軟時即流入鐵框中，暫時置之不動，令其自然凝固。然後自框中取出，置之架上陰乾，約一閱月，水分蒸發，硬度適當，切成小塊，再用機器印就商標字號，即可出售。肥皂本色是白的，美麗的顏色以及香氣等都是在未凝固前混雜進去的。

製造肥皂時的廢液中，可以煉取香油。從前不知利用，任意遺棄。自大名鼎鼎的諾貝爾獎金的主人諾貝爾（Nobel）發明自香油製造炸藥彈以來，此廢液遂爲有用的原料之一。其他香油混雜化糞水中，做成藥品，有種種的用途。



化學工業之進步

製 造 肥 皂 之 順 序

六 肥皂的種種

肥皂的良否，由其原料與製法而定。上等的肥皂用牛脂，製造時十分留意。下等的肥皂，原料中雜有種種的混合物，特別以澱粉為最多。欲驗肥皂品質之優劣，只要放入酒精中，看他能否完全溶盡，就能知道。因為原料上等製造周到的肥皂，可以完全溶盡無餘渣的。反之，則必不是上等。還有製法疏忽的肥皂，苛性曹達與脂肪，未能充分化合。用舌嘗起來，有刺舌之感。這是因為苛性曹達尚未完全化合有殘餘之故。至於脂肪未完全化合，尚有殘餘時，更容易識別。只要用紙包起來，看他有無油質潤出，便能明白。

肥皂的香與色，對於肥皂的作用上，毫無關係的。不

過快慰我們使用者的心情而已。這種色與香對於富於感情的動物的人類實在也有重大的意義的。

近來漸次流行一種浮水肥皂，這是因為肥皂在未冷卻以前，再三混攪，使肥皂中發生許多水泡。故使用時泡沫特別多，比較容易洗除污垢。其理且在下再講。日常用的洗衣肥皂，其原料用下等脂肪。植物性油則用樹脂。普通還放入粘土，這並不是為增加分量，實際上粘土確有助肥皂除垢的效用。

七 肥皂的作用

肥皂為什麼能夠除垢？這疑問從前的回答法與現在的不同。從前的人說：「肥皂遇水則分解為甘油與苛性曹達。這苛性曹達與垢內的脂肪化合了，發生製造肥皂時同樣的作用，故垢被吸除去了。」這說似乎有理。要知實際上肥皂溶入水中所生的苛性曹達，真是極微極少，以這樣微弱的力量，決不夠與垢中的脂肪相化合。故此說近來已不通用了。肥皂的效能，可以說是肥皂液全體的機械的作用。不論脂肪的有無，肥皂的溶液，其性質上自能浸入垢與皮膚之間，使垢吸取水分，終於吸取污垢吧。還有，洗落的垢污，多菌集於泡而成，故泡多的肥皂，容易除去泥垢。

八 從前的肥皂

鹼 洗濯衣服用的鹼，化學上叫做碳酸曹達。溶入水中後，也同肥皂一樣的，能起分解作用，發生苛性曹達。苛性曹達溶解垢中的脂肪，故垢落下，不過其作用強烈，而且容易使皮膚粗糙，故不可用以洗手及顏面。綢及毛織品，因為經不起他的利害，故洗滌時也不能用。碳酸曹達，自食鹽製成，此事後當再述。

灰汁 從前沒有肥皂及鹼的時候，洗濯時用灰汁的。灰汁是燃過的樹炭等之灰，放入桶內，加水經一晚，即有褐色的液。其上澄清的就是灰汁。他與碳酸曹達很相像，其中有溶解的碳酸鉀，同曹達一樣，也能溶解脂肪的。用灰洗手或擦物，就是利用其中的碳酸鉀。

第七章 陶瓷器玻璃與水門汀

一 陶瓷器的原料

陶瓷器的主要原料，是從山間取來的陶土，其色純白，化學上叫做矽酸鋁，陶土由花崗岩而成的。諸

君都知道花崗岩是長石、雲母、石英三種礦物集成的。因長期的雨風浸凌，漸次崩毀成砂，此等礦物也就各自分離了。陶土是三者中的長石，變成細粉後，爲水飄流至別處，積做厚層，掘出後即爲陶土。陶土因水的奔逐至途中爲他物混雜，成爲黑色，叫做黏土。

二 陶瓷器的製法

粗燒 陶瓷器的製法，約分二部。第一部陶土一半，長石、石英之粉二者平均混雜也是一半，在白中一壁粉碎，一壁調混。然後加水製成一定的形態。放在日蔭處乾燥之，乃入窯用火燒。

在窯中燒過後，已有相當的硬度，然不透明而表面粗糙。能吸收水分，又易染污點，與普通所用的陶瓷器尚相去甚遠。這叫做粗燒。經過第二部手續後始成普通用的陶瓷器。

調鍊過的陶土，製成一定的形態，在窯中燒過後之所以轉成硬性者，因爲陶土受熱而熔合了。陶土本來是既不美觀，而又不容易熔解的，爲補救這兩點起見，另再特別加入長石、石英，以助熔合，以增美觀。因爲長石的熔解熱度較陶土爲低，而石英則爲製造玻璃的原料，一旦熔解後，陶瓷器便呈半透明色，看上去十分雅緻，容易引起人的快感。

因此，粗燒時的火的熱度，對於陶瓷器有密切的關係。倘熱度低了一點，則陶土不能十分熔合，其間發生空隙，結果質粗而易破。反之，若熱度太高了，則全體熔解了，製成的形態，或恐有潰倒之憂。火的增減，從前專藉年老的勞動者的經驗的。近來則用寒暑表的，當然，測量那樣高熱的寒暑表，其製造原理完全與普通的不同，工業上用者很多。這時的熱度，大都以八九百度為最適宜。

粗燒過的陶瓷器，其中尚有細孔，能流通空氣，然盛水已不致滴漏，故常常做理化器具用。

施釉 第二部工作是塗上釉藥，叫做施釉。釉藥是一種濃液，由石英與長石的粉末，加水混攪而成。塗了釉藥，再入窯中，此次熱度，比前一次高得多。長石與石英完全熔解，故外面似乎加上了一層又光澤又透明的薄質。至此，已不會吸水也不會染污垢了。

瓷器上的花樣，普通在第一部工程完了時施行。其顏料是種種金屬的酸化物的粉，用水調合的。有的一經燒過，其色大變。

三 陶器與瓷器

普通所說的陶瓷器，是陶器與瓷器的二種合稱。兩者稍有區別。

陶器的原料陶土，大都雜質比較多，其器不透明，比較的粗糙，以手叩之，其音笨重。瓷器用上等的陶土，半透明，其器精細，以手叩之，其音清晰。不過陶器與瓷器間的中間物甚多，實際上很不容易分別清楚。我國的瓷器，自古名振全球，故外國人稱中國叫做（China）此字即為瓷器之意。謂中國是瓷器之國。如江西的景德鎮瓷器，到現在還很負盛名。不過數百年來，墨守舊法，未嘗稍事改良，故東亞的陶瓷市場，漸漸有被後進者的日本壓倒之勢。

四 瓦與磚

瓦與磚，為黏土固集了燒成的。瓦的黑色，並不是黏土本色，是在燃燒時為薪的煙所薰黑的。紅色的磚，因窯中空氣流通，在黏土中的鐵，氧化了變做紅色的氧化鐵。磚的原料，除黏土以外，還稍許加入一點砂。

五 玻璃的原料

玻璃的用途極廣。因用途的不同，故有許多種類不同的玻璃。例如啤酒瓶、玻璃窗、照片的鏡頭，他們

的性質迥異，故其價也大有上下。然其重要的原料，都是砂。單就砂而言，也有多種。製玻璃用的砂，是一種潔白的砂，化學上叫做無水矽酸（Silicic anhydride），多自海濱取來的。

六 玻璃的製法

在這裏先講普通家庭玻璃窗上必需的玻璃板及盛藥水用的玻璃瓶的製法吧。上述的砂中，加入碳酸鈣與石灰石，他們的比率是一〇〇，三〇，一五，用機器搗碎調勻，放入坩堝（Crucible）中，加熱至一千四五百度，三者皆熔解了成爲膠水似的液質。這時三者間已起化學作用，發生矽酸鈣，與矽酸鈉，好似合金一樣，互相混合。

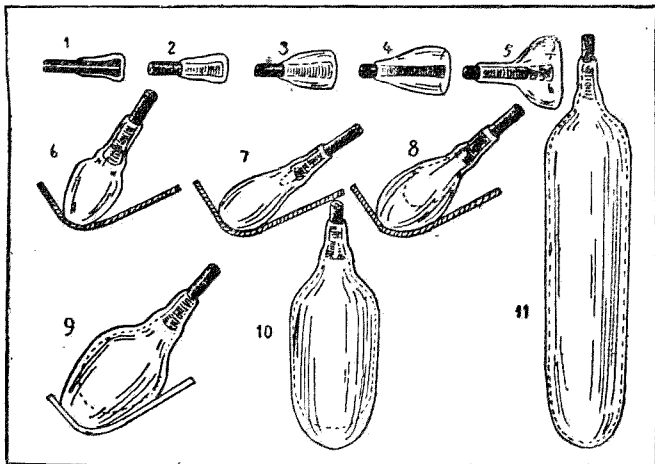
製玻璃板時，將此液流，流至平的鐵臺上，用卷軸平展，使其表面平直，冷後即成。製玻璃瓶時，用管蘸此溶液，放入模型內，吹水泡似的一吹，冷後打開模型，其中已成玻璃瓶。

大量的製造瓶時，自始至終，皆用機器，自動的製造。最進步的製瓶機，每天能製造十幾萬隻的啤酒瓶或汽水瓶。

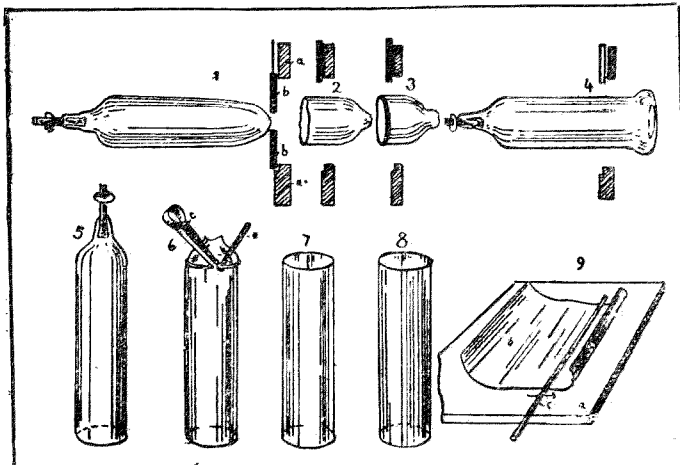
第二十二圖

製玻璃板之順序

第七章 陶器玻璃與水門汀



吹玻璃之溶液製成筒形



筒體製成同樣大小裂展為板

七 種種的玻璃

製造玻璃窗的璃玻及啤酒瓶的璃玻，其原料中混著碳酸曹達，故叫做曹達玻璃。有的不用碳酸曹達而用碳酸鉀的，叫做鉀玻璃。能忍耐高熱，故宜於製造理學上的器具。有的將石灰石換為酸化鉛，叫做鉛玻璃。又叫做燧石玻璃（Flintglass），易熔解而性軟。適於磨煉。還有光線經過時，其屈折率大，宜於製造各種凹凸鏡片用。而且這種玻璃的光澤也強，可做裁飾品。偽造寶石，也用這種玻璃的。

有色玻璃 有色的玻璃，因其原料中混有各種礦物的緣故，如紅色的混加氧化第一銅。綠色的混加鉻（Chromium）紫色的混加錳，黃的混加銻（Antimony），青的混加鈷（Cobalt），電燈罩的乳色，加入燒過的骨灰而成。啤酒瓶汽水瓶等的原料中，因含有鐵，故呈赤黑色或青色。這並不是故意加入的，是因為原料不純粹，原料中本來含著鐵粉的緣故。

不碎的玻璃 近來已發明一種不碎的玻璃，市上已有用不碎的玻璃製成的用具出售。這種玻璃，無論在火上燒或偶然落下，決不至破碎的。故玻璃店用此盛了水在火上燒，以作廣告。這種玻璃中混著種種的物質，熱時的膨大度比通常的玻璃減低。陶瓷器與玻璃等的碎裂，因為他的膨脹度大的緣故。固

然，全體能一樣地膨脹或收縮，也不至於如此，若一部膨脹，便發生不幸了。

最堅固的玻璃，其原料只用純粹的砂或水晶。叫做石英玻璃。此等原料，不能用普通的密熔解，有藉電熱，當然，其價很貴。只用於理化或工場上。

搪瓷 (Enamel) 琺瑯鐵器搪瓷器等是鐵器上塗以白色不透明的玻璃而成。這種玻璃，也有種種。如上等的面盆等，爲含鉛的玻璃中，加以氧化錫而成。食用的器具，含鉛的不宜衛生，故近來多用不含鉛的搪瓷了。

八 水門汀的作用

水門汀爲英文 (Cement) 的譯音，又稱水泥、洋灰等。種類甚多。普通所稱的水門汀，大多是指波特蘭水門汀 (Portland cement) 因硬固後很似英國波特蘭島 (Isle of Portland) 產的一種岩石，故名。

水門汀爲灰白色的細粉，以水調煉了，不久就漸次凝固，終至十分堅硬，與石無異。水門汀的凝固，叫做水硬性。因種類之不同，其性質亦可再分爲二。其一，與水調煉後，經一小時餘，即開始凝固，經十小時左

右，完全堅固。這種叫做緩硬性的水門汀。其二，數分鐘後即開始固凝，經二三小時即完全堅固。這種叫做急硬性的水門汀。水溝等工程，宜於後者。

九 水門汀的製法

原料 水門汀的原料是石灰石與黏土。二者乾燥後，以適當的比率調和粉碎，再加以高熱，成濃綠色的粒狀，再細細研成粉末，便成水門汀。

乾燥調合 水門汀的原料石灰石，產自山中。也有整個的山，都由石灰石構成的。在這種時候，只要將此山完全採掘了，由粗碎機敲碎，送往工場。黏土更簡單，採掘了即可運去應用。兩者皆用迴轉乾碎機使之乾燥。此機為橫的大圓筒，兩端稍有傾斜，徐徐迴轉。大的直徑有二米突半，長二十米突。石灰石與黏土，自上端投入，下端燒煤，原料因筒之旋轉，漸次向下，終至乾燥。乾燥了的石灰石與黏土，用自動衡機，自動的調合。普通是三比一的比率，兩者調合後，用粉碎機研成細粉。再運至迴轉窯燒之。這窯與乾燥時用的機器相彷彿，不過他長得多。外部鐵製，內部張築耐火磚。日本淺野水門汀會社的川崎工場中的迴轉窯，長有六十米突。這時候的燃料用粉煤，以壓榨空氣自下吹入燃燒，其高熱至一千五百度。原料不停的

自 upper 端送入，下 end 端排出。能連續的不斷地工作，排出來的再由粉碎機搗成粉末，即為水門汀。

種種的水門汀 上等波特蘭水門汀，凝固力甚速，其製造法也與衆略有不同。此外尚有礬土水門汀、高爐水門汀等。礬土水門汀中粘土量較多，粘土中的礬土（Alumina）量，與石灰差不多相同。其凝固很快，有耐海水的特性。高爐水門汀的原料，用製鐵時溶鑛爐中所生的礦滓，其製法將此礦滓搗成粉末，與石灰相混而製成，其用途與普通的波特蘭水門汀相同。

水門汀普通與砂石混著使用，所謂人造石者是也。

水門汀的原料是石灰石與黏土，前面已再三講過了。而這石灰石是碳酸石灰，黏土的大部分是矽酸與礬土的化合物。碳酸石灰，在窑內燒時，失去碳酸，只剩下石灰。故水門汀的成分，其大部分是石灰、矽酸與礬土三者。何以這三種成分用水調煉後，就生轉硬的變化，至今日尙未十分明瞭。

第八章 油漆與漆

一 油漆用的色

油漆 (Paint) 用油溶解顏料而成。普通最多用的白色油漆，其顏料為鋅華 (Flower of zinc) 或鉛白 (White lead) 鋅華是氧化鋅，其原料是金屬鋅或鋅礦。二者中又以前者為上等。製造不論前者後者都是先放入窯中的坩堝中加高熱，發生鋅的蒸氣，此氣接觸空氣，氧化而成鋅華之細粉，乃再送至他室，使之沈澱。

鉛白與碳酸鉛，是醋酸與鉛發生化學作用，製成醋酸鉛，再使之接觸碳酸氣，乃成鉛白。

此二者皆可為油漆、顏料、脂粉的原料。然各有特長與缺點。鋅華無毒的，遇著硫化氫，也不至於轉成黑色。不過他有一個凝滯不易使用的缺點。反之，鉛白呢，凝滯的缺點完全沒有了，唯一遇硫化氫，即轉黑色。故面上施著脂粉的女子，入硫黃質的溫泉，倘脂粉的原料是鉛白的，則立轉黑色，本來體白面潤的美女子，一變為南非黑女了。

紅色的顏料，普通多用鉛丹 (Red lead) 黃色的用鉻黃 (Chrome yellow) 青色的用羣青 (Berlin Blue) 黑色的用碳黑 (Carbon Black)

二 油漆用的油

製油漆用的油，是由亞麻製成的亞麻仁油，桐子製成的桐油，麻實製成的麻油，大豆製成豆油等。亞麻若不經過一度加熱，使之濃厚或加入促成乾燥的乾燥劑，很不容易乾燥的。不過油本身微帶黃色，加熱後其色更濃，於白色的油漆很不方便。

無論什麼油漆，一經乾燥，多少要轉變為褐色，這是油乾燥時必然要起的現象。製造油漆時，為防止其轉變色起見，十分苦心。

三 假漆

假漆 假漆 (Varnish) 普通稱曰唎士，大別有二種，油假漆與揮發性假漆。日常所稱的唎士，指後者而言。油假漆是製造油漆的種種的油，融化樹脂，再以揮發性的油，溶化而成。從地中掘出來的琥珀，是樹脂流積地中，經多年堅凝而成，往往採取了可做假漆的原料。其他如松樹脂，也常使用。假漆因原料的種類調合方法之不同，製成許多種類的假漆。

揮發性假漆 這種假漆，只用揮發性的溶劑溶解樹脂而成，並不用油。普通最多用的是 Shellac 假漆。Shellac varnish，家內器具，室中裝飾品上都用以代漆。Shellac 是印度地方寄生在木上的 1

種昆蟲 *Tacchardia lacca* 吸食樹汁後排泄出來的樹脂似的東西叫做 *lac* 精製而成，其用途甚廣。
Shellac 假漆是酒精溶解 *lac* 而成。塗後立刻乾燥，十分便利。

第九章 橡皮與香料

一 橡樹

橡皮 (*Rubber*) 為碳與氫的化合物，由橡樹的樹汁製成。橡樹盛產於熱帶，從前野蠻土人稱做淚樹。因為在該樹上略施傷損，即有汁流出，好似樹在泣了。這汁就是製橡皮的原料。

能流出橡皮汁的樹很多，其中質最良的要算屬於大戟科的橡皮樹 (*Hevea Brasiliensis* or *Para Rubber*)。此樹在南美的巴西 (*Brazil*) 地方很多。本來橡皮只產於該地，後來移植於東亞的印度，所以印度也成為橡樹的名產地了。此等地方，滿山滿野，到處都栽培著橡樹。橡樹栽植後經四、五年即能取汁。橡汁由樹皮與樹心的中間流出，故取橡汁時，先在樹皮之四處，裂成傷縫，以器承接其下。橡汁也有自野生的橡樹中取來的，然其數量，僅及十分之一而已。



以 椰 子 質 以 凝 固 橡 皮

二 橡皮的製法

橡液的凝固 橡液為碳與氫的化合物，叫做乳液 (Latex)。製橡皮時，先使橡液凝固，凝固之法不一。從前土人的方法，在棒的一端塗粘橡液，以椰子質燃燒時的烟燻之，因煙中所含某種物質的作用，發生凝固作用，同時有殺菌的效用。這種橡皮，宜於永遠保存。

現在多採用加醋酸法。其法加醋酸的薄液於橡液中，橡液漸次凝固；再放上卷軸，排出水分，製成板狀。由原產地輸至市場販賣。

橡皮的加硫法 由上法製成的橡皮，叫做生橡皮。其彈力雖強，然在盛暑時，則轉軟而粘手。

第二十四圖



自柁間拔出凝固了的橡皮

天氣冷時，硬得如石一樣。故仍不適於實用。固然，從前的人，不知製法，也就如此使用的。至一千八百三十九年，美國的谷第耳（Goodyear）英的亨科刻（Hancock）各自獨立發明現在的橡皮製法。其法，混雜少量的硫黃於樹液中，加壓力熱之，叫做加硫法。（Vulcanisation）現在日常所用的橡皮，若麻煩地仔細叫起來，叫做加硫橡皮。

生橡皮中加入硫黃時，不斷的在卷軸間研壓，一壁加入硫黃粉，一壁還加入其他種種藥品。有的使橡皮質地堅硬，有的著色，有的增加其分量。著色的藥品，黑的用油煙，紅的用氧化鉛，青的用硫化錳等。

調合後的橡皮，或用模型，或用手製，製成各種欲製造的形態，最後，放入加硫釜中，加壓力熱之，橡皮

至此與硫黃始發生作用，成爲橡皮的製造品。

合成橡皮 西洋研究人工的合成橡皮，已頗有歷史，經種種實驗，已略告成功。其原料爲煤石油及澱粉等。十七年前——一千九百十二年——美國開的萬國應用化學大會曾用合成橡皮製胎輪的汽車，行駛了一萬哩。歐洲大戰時，德國因缺之天然橡皮，也用合成橡皮製胎輪及硬橡皮（Ebonite）。後來雖經各方努力研究，然終不能製造與天然的同質的。不是曝露日久後轉硬，便是彈力不足。然也有一個特點，有革的性質。故做鞋底，電氣的絕緣體等，較天然橡皮爲優。然其唯一缺點，其成本較貴，終不能與天然橡皮相競爭。我相信大概在不久之內，終能在工業上獲得成功，驅逐天然橡皮的地位，起而代之。

三 硬橡皮

普通製橡皮時混入硫黃的分量，約自百分之三至十五。若增至百分之二十至三十五，則橡皮十分堅硬毫無彈力，此即硬橡皮（Ebonite）自來水筆的筆桿，電氣上用的各種器具，皆以此製成。因爲他是電氣的絕緣體，故無線電上各部分的器具，皆由硬橡皮製成的。

自來水筆 普通的自來水筆，其筆桿部分用硬橡皮，筆頭用十四K金，筆頭的尖端，用極少量的銻（Iridium）然劣等的自來水筆，並不盡然。以賽璐珞等代硬橡皮，鍍金的銅代十四K金，鎳代銻（Iridium）硬橡皮的顏色，不但純黑乏味，而且經過若干時後，即漸次變質或變色，世界各國的自來水筆製造家，爲此曾不知費了多少的心機。最近日本發明以漆塗漆外表，可以防其變質及褪色等缺點。故近來漆花的自來水筆，大受西洋仕女的歡迎。

自來水筆上用十四K金，其彈力適當，寫時亦最舒適。較純金更好。而且十四K金，又沒有爲墨水的酸浸蝕的危險。筆頭先端之所以用銻，因爲他在金屬中最堅硬，無論使用幾年，無磨滅之憂。不過銻的價格很貴，比金還要高十倍，故不能多用。

四 天然香料

各種香水的原料，化粧品上的芳香，皆賴香料（Perfume）。從前只限用天然香料（Natural perfume）。自化學進步以來，香料大抵由人工製造，而且其價格較天然者更爲低廉，故近來市場上所用者，皆係人工香料（Artificial perfume）。然爲說明的順序起見，先述天然香料。

芳香油 天然的香料，有從植物取來的及從動物取來的兩種。動物除麝香以外，其他雖有龍涎香、靈貓香、海狸香等，然並不多用。植物的香料，皆似揮發性的油。然與本來的油，略有不同，故特名之曰芳香油（Essential Oil or Volatile Oil）。間或有成固體的，名之曰腦，例如樟腦。一切的香料，在十分稀薄時，能發出動人的芳香，濃厚時反而感得一種令人難受的氣味。

香料的來源 動物性香料中的龍涎香爲抹香鯨（*Physeter macrocephalus*）病時所生。運氣好的漁夫們偶然有拾得，是一種稀有的名物。其他的動物性香料皆爲該動物的下腹部分泌而得。將此等香料，混入植物性香料中，能發很溫和的芬芳的香料，并且能保持香氣驟然的散發。

微妙的天然香料 未經過人工的天然香料，其中也含有各種的香料，其成分並不是單一的。純粹的香料，決不是一定幽香動人的上等香料。混雜了各種不同的香料，纔能發出與人以好感的爽快的芳香。恰如奏音樂，只有一種胡琴或琵琶，始終奏不出美妙的曲調來，須得許多樂器合在一塊，始能和音。

香料收取法 自植物中收取香料，其方法由植物及香料的種類而不同。如含芳香油很多的檸檬，只要用簡單的壓榨法（Expression）就好。如樟腦、薄荷等則用蒸溜法（Distillation）將原料塞入蒸溜釜內，由下面送入水蒸氣蒸溜，芳香油偕水蒸氣同出，然後冷卻之，則樟腦盡浮於水面上。這方法最

爲便利，用者亦多。唯因熱而欲分解的及要溶入水中的芳香油，不能採用此法。因爲芳香油一經溶入水中，再沒法分離的。含芳香油的分量比較少的原料，採用浸出法（Extraction）將原料浸入醚（Ether）苯質（Benzene）二硫化氮等能溶解芳香油的有機性溶劑中，溶芳香油於其中，然後用低溫度蒸溜去溶解劑，便得芳香油。如紫蘿蘭百合鈴蘭等皆用此法。其他比較高貴的原料，採用浸漬法（Maceration）及吸收法（Absorption or Enflourage）浸漬法將花放入牛脂、橄欖油等內，後一壁加熱一壁攪混，使芳香油盡爲油脂所吸，爲脂肪吸入的叫做花脂肪（Pomade）爲油類吸入的叫做香油。此等花脂肪香油中的香料，若以酒精吸出，便爲 Extract。吸收法與浸漬法同，也利用油脂吸收芳香油的性質。所不同者，吸收法時並不加熱，在常溫下使油脂吸收原料的香料的。故凡高貴的易於爲熱所摧損的香料，皆採用是法，如月下香。

五 人工香料

以天然香料爲原料的人工香料 人工香料中也有二種。其一，以已經知道成分的天然香料的主要成分爲原料而製成的。當然，製成後的香料，其香氣較原料更佳。例如產於南洋的雄刈薑油（Lemon

(Grass Oil) 是一種現成可以使用的廉價香料，其主要成分是 Citral，以 Citral 爲原料製成一種香料，與其他香料配合，卽成人造紫蘿蘭香油。與天然的紫蘿蘭香油很相似，故近來凡香水、肥皂等所用的紫蘿蘭香，都用這種人造的香料，香蘭精 (Vanillin) 本來是從美國產的一種 Vanilla 豆中取來的，因其量極小，故市價極貴，從前每磅曾賣過二、三千元。一千八百七十四年有德人寶曼 (Tiemann) 發現從松柏科植物的液中，採取多量的香蘭精原料，故其價一落千丈，跌至每磅僅二十多元了。西點上用的香料，多用香蘭精。

以化學藥品爲原料的人工香料 還有一種人工香料，以化學藥品爲原料而製造的。例如從煤膏製成人造麝香。其化學成分，與天然的完全不同，然其香氣很相似。

近來化粧品店內陳列的以及用作原料的香料，大都十有八九是人工製造的。恰似人造染料發明後，天然染料被他壓倒了一樣。不過天然香料，其中往往含有極少量的成分，能發出不可言狀的芬芳。關於這點，恐人造品終難於模彷彿到吧。

第十章 照相與製版

一 照相的作用

物在燃燒時，發生光和熱。這是因為物所有的力，因化學作用，變形而為熱和光了。反之，加熱或光於物上，則物亦同樣能起化學變化，能吸收光或熱的力。照相術就是利用由光而發生的化學變化的。

我們日常很簡單的說聲光，其實其中尚有種種分別。例如太陽光，看去似乎是白的，倘由三角的稜鏡上透過後，便分成美麗的赤橙黃綠青藍紫七條色帶，順序很整齊。太陽光中實際還不只這七種光，還有我們肉眼看不出來的光，分別於赤與紫的兩旁。我們說肉眼看不出來的光，這話似乎覺得可笑。要知道光與電波一樣的，其中只有波長的纔能感之於目，波短的決不能看出來的。赤色的外邊的叫作赤外線，紫色以外的叫做紫外線。(Ultra violet ray) 他們雖不能感之於目，然各有各的作用。起化學作用的，也就是這紫外線，紫外線這樣光線。在紫色光線以外的一部分為最強，愈至紫色以內外則愈弱，至赤色部分完全沒有了。不但太陽光是由許多光線集成的，即電燈光或其他一切的光，都由許多光混成的。紫外線特別強的是燃鎂時的光。

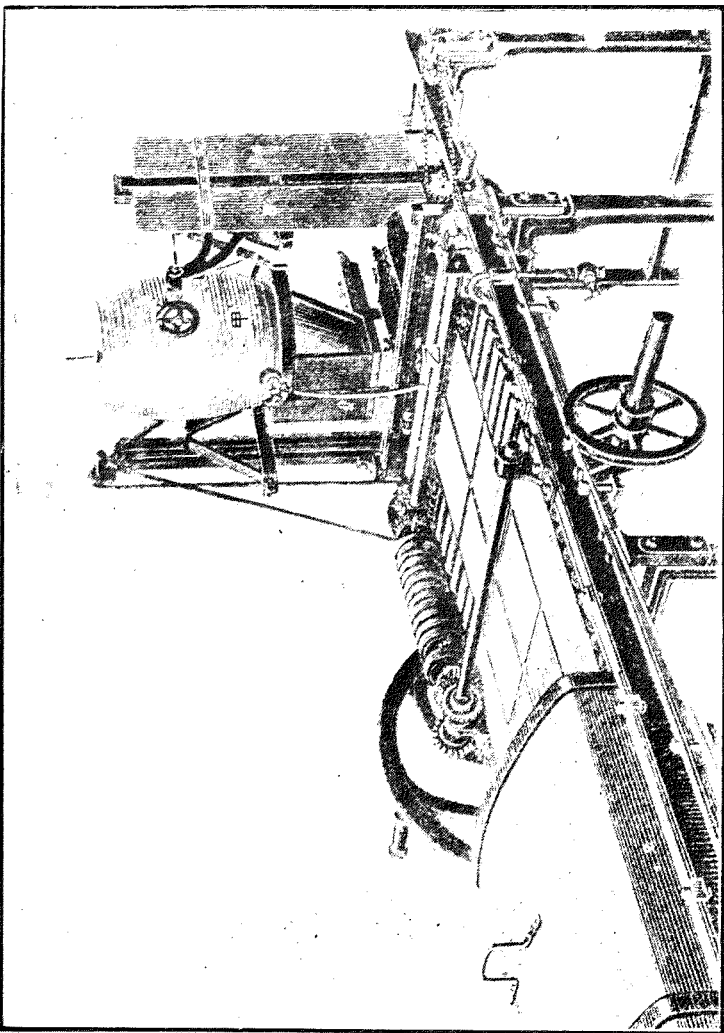
照相是利用因紫外線而起的化學作用，故沒有紫外線的光下，不能拍照。赤光下之所以不能拍照，

就是這個緣故。普通照相的顯影定影之所以皆在紅色燈下者，也是利用赤色內沒有紫外線光會感光的道理。晚上拍照，在電燈下固然好，在鎂或水銀電燈下則更妙。

二 乾片

乾片的製法 照相的乾片及軟片，是玻璃或賽璐珞上塗敷感光的藥膠而成。這膠膜叫做純膠（Gelatine），是由動物的骨製成。感光的藥是溴化銀（Silver Bromide）與碘化銀（Silver iodide）為溴（Bromine）或碘（Iodine）和銀的化合物。

在這裏先略述乾片的製法。預先製成了溶著純膠的水液，溴化鉀（Potassium bromide）的水溶液，碘化鉀（Potassium iodide）的水溶液，硝酸銀（Silver nitrate）的水溶液等等。然後在純膠液中加入硝酸銀液，其次緩緩地加下少量的溴化鉀與碘化鉀液，在加入時同時振搖器皿。於是純膠液中發生溴化銀與碘化銀的細粒，全部呈牛乳狀，故叫做乳劑。本來可以將這乳劑，即塗至磨過的玻璃片上，也能成爲乾片，然其感光力不強，而且易生斑點。故還須再加手續。先將乳劑加以溫度，則感光力增強，然後將能存臍於乳劑中的不需要分子除去，其法將已乾固的乳劑再重新研碎，用水洗之，則能溶入水



第二十五圖 液劑於玻璃片上製成乾板的裝置

液劑自桶(甲)中流入管中，至下面之細孔中流出，密撒於玻璃片上，玻璃片緩緩向前，至半圓形蓋中乾燥而成乾片。

中的雜質全部溶去，然後再加溫度，塗於玻璃上，乾燥後即成乾片。

乾片的意義 諸君看了乾片這名詞，或者立刻會聯想到「溼片」。沒有溼片，爲什麼要定名乾片呢。是的。現在早已許久不曾聽到溼片這名詞了，從前在照相術尙未進的時候，確曾有過的。那時候的藥料不精，感光力弱，故藥品混了，純膠塗在玻璃片以後，必須在未乾燥以前就拍的，否則無效。故名溼片。反之，現在普通所用的故定名曰乾片。乾片的形式，有英美式與大陸式二種。各有大小種種。我國所通用者是英美式。

乾片的種種 乾片有多種，其目的各不同。有的乾片對於強光能充分感受，弱光毫無影響。用這種乾片板的照相，黑白分明。重拍印刷品時，多用這種乾片。然而拍風景人物時，黑白並不十分顯著，故用能使全體調和的乾片。其他還有整色乾片與全色乾片。普通的乾片，善感青紫等光，於綠色赤色，則很遲鈍。故綠底紅花的花紋等，不易拍得清晰。拍浮在青空上的白雲，也不能拍得如我們肉眼看到的那樣清楚。所謂整色乾片，對於青紫綠黃幾色特別易感。全色乾片則對無論那一種色都同樣起感光作用的。

要製此等乾片，在製乾片時乳劑中加入極少量的特殊的色素，或在乾片製成以後，放在色素中，染色。

乾片又有感光度強的與弱的兩種。表示這感光度的方法，在世界上有七種。我國素用英美常用的H、D法。是法最弱的五度，最强的至八百度。普通乾片的感光度在二、三百度間。比此更强的叫做迅速乾片。

三 顯影

乾片上發生變化 乾片放入暗箱中，掀開鏡頭蓋，乾片上即映入一影。影之明暗，與實物完全相同。實物上光強的，影上亦強。因實物之光，已感之於乾片上。故凡光所到之處，已起某種變化，不過肉眼仍不能看得出來。這叫做潛影。潛影究竟是什麼？現在許多學者，正在費心研究而尚未明瞭的。唯知這潛影因藥品而能起變化，變成黑色的銀，不受光的溴化銀，則不生變化，這已是確實的了。所以用藥水單使受光的溴化銀起變化，變成黑色的銀，這叫做顯影。用的藥水，叫做顯影水。這次顯現的影，黑白濃淡，與實物適相反對。這叫做反像。

顯影水的作用 顯影水有多種，各有長處。例如米都爾（Metol）顯影水，顯現後的反像，黑白並不十分顯著。反之，因二個醇（Hydroquinone）顯影水適與相反。還有，米都爾顯影水，一浸入乾片，其

影立現，而且無微不至。因二個醇顯影水，其顯現影的時間比較長，而且不能將微細之處，一一顯出，然其感光處則特別黑。

顯影水由顯影用的主要藥品以及補助藥品二部分調合而成。主要藥品的目的來顯現物影，然不能單獨使用。因為這種藥品，很容易為空氣中的氧以及溶於水中的氧所氧化，失去其作用。所以想想法子來，加入比主要藥品更容易氧化的藥品，使主要藥品尚未氧化以前，先已氧化。為達此目的，故普通用亞硫酸曹達。其次，為使顯影作用充分發生起見，再加以碳酸曹達。

其他，顯影水中，也有加溴化鉀的，這是制止顯影作用的露出過度的乾片，或是故意要製成黑白顯著的反像時常使用之。

四 定影

定影的理由 顯了影的乾片裏，純膠中殘留著不會受光的溴化銀或碘化銀。若不把他溶解，則變成不透明，其明暗與實物之像，將發生差異。這部工作，叫做定影。所用的藥水叫做定影水。通常叫做次亞硫酸曹達。此藥是白色的結晶，很容易溶入水中。以重量計算，溶入四、五倍的水中，最發生效果。藥過多了

反而減低效果的。不過單用此藥，易染顏色，普通更加入酸性強硫酸曹達。這叫做酸性定影水。也有人定影水中混入相當分量的明礬，這不單有上述的效果，而且純膠膜也能因此轉硬，防止傷損。

水滌 定影過後，乾片必須用水洗滌。因為純膠膜中留著次亞硫酸曹達，則乾燥後不透明了變成赤色，發生污點。

五 曬像

反像與正像 經顯影定影後的乾片，其明暗適與實物之像相反。這叫做反像。要現出實物之像，必須再製成相反的像。這只要用塗感光劑的紙或玻璃，放在乾片上，接觸光線，再同前法如法泡製，顯影定影，即告完成。這叫做曬像。經此手續產生的像，與實物的完全相同，叫做正像。正像除影戲片子以外，都曬在紙上的，這種紙叫做顯影紙。

顯影紙 顯影紙 (Developing out paper) 上塗的感光劑，沒有乾片上的那樣強，因為那樣強了，不但處理不便當，而且亦無那樣強的必要。普通多用塗感光度弱的顯影紙。在電燈或煤氣燈下也能曬像，其時間只不過二、三十秒。顯影紙中也有許多種類。有紙面滑澤的、粗糙的，曬後的顏色黑的或褐色。

的。感光度強的或弱的不下數十種。日常最通用的是韋老克司紙 (Velox)。

六 反轉顯影

近來活動影戲的片子，盛行反轉顯影。諸君都知道活動影戲的片子，須先製成反像的軟片，然後用曬像機，將反像曬至他片上，製成正像。然而軟片的價很貴的，現在只為製成一張正像的片子，而犧牲一張反像的片子，未免太不經濟。故設法將攝了影的立刻轉成為正像，此就是所謂反轉顯影。講到這反轉顯影的原理，也很簡單。就是將現像後顯現的黑色部分——即反像——不定影而設法漂白洗去，臍留著的感光藥，使之感光而生像。黑色的反像，因為漂白了，所以透明了，而白的部分，因為還有感光劑，故反而轉成黑色，顯出正像來了。此法雖靈便，然其成績，似乎較普通的磨糊一點。

七 照相術的利用

世人認照相術是單為娛樂而用的，似乎也不很少。然這不過是照相術利用之一部分而已。只要稍能想一下的人，就會知道照相術對於教育上多少有好處，文化上多少有貢獻。至於近來，其利用的方面，

日見開拓。試舉二、三個例。宇宙間的星，無論你用什麼望遠鏡，看不到的不知凡幾。然一用望遠鏡攝影，則本來完全不以為星的都歷歷如見。X光照相，是用X光攝的照相。可以利用他知道人體內部的狀態與病原。用X光線照著人體，雖也看得到，然終不及拍照那樣清楚。近來知道用X光照相來鑑定古時的名畫。無論那一國，都有許多僞筆，特別以泰西名畫為更甚。然而古油畫不透明，新近的透明的，很容易用X光來證明。而且X光照相，能將畫起時的筆法，一一看出，真的與舊的，這一點一定不同。還有一種航空照相。用特別的照相機，鏡口向下。只要一按鈕扣似的機中，即攝就下界的影。而且攝後即有一張新軟片移入，以待再攝。歐洲大戰時利用此機攝取敵陣內容。今則利用之製地圖。即在飛行中每隔若干時攝一片，各片湊合，成一完全的地圖，可以省去地上東奔西走的各種測量等的麻煩。幾年前以來，盛行赤外照相。在乾片上染著某種色素，掛了特別的幕布，可以攝得在普通照相時不能攝得的遠方景色。

八 鋅版

從前印刷圖畫用木版。在版上雕圖畫，既費時間，又易破損，非常不便。自利用照相術發明以後，在短時間內可以製成堅固的版了。

我們把圖畫仔細研究一下，可約分二種。一種用線點而成的，一種由濃淡參次而成的。利用照相，製成線點而成的畫版時，先以照相機攝成照片。這時不用普通的乾片，而用前面講過的濕片。乾片因塗在玻璃或軟片上的感光膜十分乾燥，感光度強，攝影的時間，可以比濕片少，十分便利。反之，濕片因為感光膜濕的，而且不能預先多量製成藏貯，感光度也慢。比較的不便。然則為什麼不用便利的乾片，而反採用麻煩的濕片呢？簡單的回答一聲，因為用濕片所攝的照片，比用乾片的黑白顯明。這對於製版上有許多方便。至於其他理由，濕片比乾片便宜，然這不是主要原因。

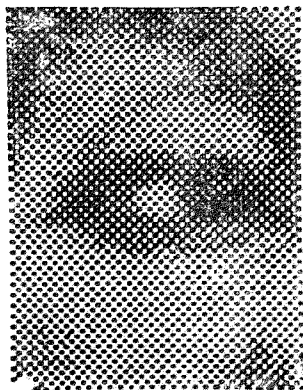
腐蝕藥 把攝得的反像印晒於感光紙，便成普通的照片了。然預備製版的，並不印晒於感光紙上，而代以塗感光劑的鋅板。這時的感光劑，混著叫做腐蝕劑的重鉻酸鉀與純膠的混合物。他有一種特質，若未經過光線，可以在冷水中洗去，一經光線後，就固著不脫。反像放在這鋅板上，置於框中，用強烈的電燈照之，則光線由反像的透明部分經過，於是塗於鋅板上的腐蝕劑就變成不能溶去的性質。反像下面的部分，為影所遮住，腐蝕劑如常，不生變化。然後將這張曬過的鋅板用水洗滌，未曾受光過的部分，完全洗去，現出鋅版的底來了。本來照相的原圖是白紙上用墨描出一樣的，實物黑的仍黑白的仍白，而這次鋅版上，不用墨而用腐蝕劑表現出來了。於是再用火焙之，腐蝕藥中的膠，完全溶去，成為瑣瑣質印畫。再

用稀硝酸，將露出的鋅板溶去，只有珞瑯質印畫如舊。鋅漸漸的溶低下去，繪畫的部分，因而高出。結果，這一張照相，好似鉛印般的凸出了。與木刻的板，沒有兩樣。這叫做鋅版。

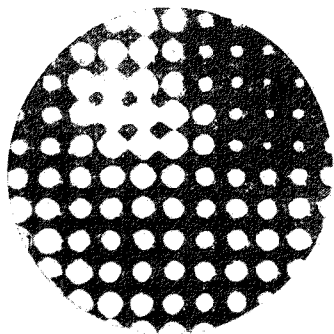
九 銅版

網幕 由點線而成的圖畫，可用鋅板印刷，已如上述，然而由濃淡參差而成的畫，則將用何法製板印刷呢？這時需用銅版。製銅版時也先用濕片攝影。不過其照相機中在濕板與鏡頭之間，隔著一種網似的網幕（Screen）網幕是許多距離相等的線，縱橫相交而成。其線數闊一公分約自二十四條至五十條不等。普通以每一英吋五、六十至一百五十為最多。這網幕懸垂於片子之前，應用物理學上所謂迴折的作用，從鏡頭來的光線，為之分離至很細，至片子上成爲大小無數之點。凡原物黑的部分，顯於片上之點粗大，原物白的部分，其點小。故用這種照相機攝得的底片顯像後，原物黑的部分，在反像上點大而透明，原物白的部分，點小。於是同製鋅板一樣方法，曬於塗著腐蝕藥的銅板上，以水洗之，則受光線部分的腐蝕藥，固著不移，在銅版上顯現大小無數的腐蝕藥之點。大點密集之處，看去成黑色，表示原物黑的部分。也用火焙，再以鹽化鐵的溶液腐蝕之，露銅的部分漸被溶去低下，原圖的濃淡由大小許多凸出的點，

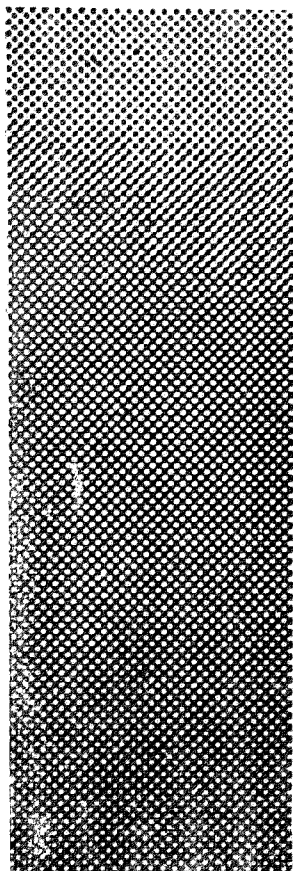
第 二 十 六 圖



擴大後之眼之一部分



此圖爲上圖之一部分更擴大後之情形，大的黑點互相連合，其間還有白點殘留着。



上圖爲漸次由淺而深的情形

如數表示出。照相銅版，至於已完全告成。不過此版是由許多小點製成的，而且腐蝕也沒有鋅版那樣深，用普通印刷，必糊塗難認。故印銅版特別用表面滑澤的印刷紙。自然，網幕的線粗大時，則製成的點也大，也可用下等紙印刷。如報紙上的銅版，粗大得不成樣子。

十三 三色版

三色版的原理 現在談至有色彩的圖畫版。假定原圖是由許多顏色繪成的，則先將顏色分爲幾種。例如紅的則將紅的部分全部製成版，紫的部分，紫的部分製成版，其餘亦順次一一做製，版製成後，乃將各版次第印於一紙上。例如先印紅的，然後在紅色印了的紙上，印上紫色，再次第添印各色，終至印成原圖一樣。不過這種方法，因爲色的關係，必須製成許多版，再偶然有一版印得不周到，則必影響其他，勢必至大費手續。故此法既費時間又費金錢，頗不合實用。然自利用照相的方法發見後，能以極簡單的方法，印刷彩色圖畫了。

三色本來只有紅青黃三種原色。無論什麼的圖畫，其色必由此三種混合而成。故假定這裏有一張彩色畫，我們把他攝成只有紅的部分的照相，只有青的部分的照相，黃的部分的照相，然後再製成青黃紅

的照相版，順次印刷於一紙上，遂成原圖同樣的彩色圖。

濾光器 要攝取含在原圖中只有紅的部分的照相時，必須使用一種著色的玻璃，叫做濾光器。紅色的濾光器是綠色的玻璃。透過這玻璃看到紅色時，已成爲黑色。故攝紅色部分時，將這濾光器放在鏡頭前。至於網幕，這是當然不可缺少的工具。以此方法，製成以大小濃淡的細點，表示出紅色部分。至於攝青的部分，也同樣方法，然其濾光器用紅的玻璃的。透過紅玻璃，看到圖上，青的變黑，黃的轉淡，紅的完全沒有了。攝成後，再同樣製成青色的濃淡之版，黃色的版，其濾光器用青的。那時原圖上的黃的部分，變做黑色，紅的轉淡，青色的完全沒有的。末了，也製成版。這三種版製成後，順次印刷於紙上，最先印黃色，次印紅色，末了印青色。三次印後，即得酷似原圖的彩色圖了。

十一 石版

鉛印、鋅板、照相版、三色版等，凡墨油所觸部分，特別高起的，故能印刷。然也有一種平面的印刷機，叫做石版。石版由石版石製成，爲上等的石灰岩。石版石中最優良的要算德國孫霍芬（Solnhofen）產的。先用油、煙油與肥皂調成的解墨繪下原圖，覆於石版石上，以水潤溼之，則原圖即移至石版石上。解墨

中本來含有油的，故在石版石上的畫，也同樣能含有油分，避去水的，畫以外的部分，皆為水潤溼了。印刷時以附有油墨的卷軸橫刷其上，因為油墨的關係，故為水潤溼的部分，並不醃污，只有畫的部分，醃著油墨。於是置紙其上即印成一圖。

因為石版石是石，既重又笨，很不便當。故近來發明用鋅的薄板代石版，也能同樣如石版的印刷。既輕又便，用者日多。

十二 橡皮版

最近美國又發明了橡皮版（*Offset*），其法將移於石版石或鋅版的圖，重移至橡皮板上。因為橡皮版，印刷時與紙很貼實，比鋅或石版石的鮮明得多。把石版石或鋅版上的圖再移至橡皮版上，英文上叫做 *Off*，印刷於紙上叫做 *Set*，故橡皮版叫做 *Offset*。橡皮版也可應用三色版同樣原理，印刷色彩圖。

十三 珂羅版

近代發明的印刷中最精巧的要算珂羅版。這版醃黏油墨的部分，不是鋅版似的凸出的，也不是石版似的平的，而是向內凹進的。諸位聽了，或許覺得有點奇怪，其實他的精巧之處，便在這凹入一點。

製珂羅版時也需要拍照。顯像後製成反像。將此反像，曬成所需要般大的透明正像。所謂透明正像，影像並不向感光紙上晒印而用以乾片，故白的部分，完全透明。

將這透明的正像，晒印於某種紙上。這紙塗著膠，又經過重鉻酸鉀浸過的，恰似製鋅板時晒印於塗腐蝕藥的紙上。於是從正像的透明部分，射入光線，使塗著的膠，發生化學作用，不會在水中溶去。

這片在顯影以前，用了玻璃的網幕曝諸光下。不過這時候的網幕，這上述之網幕不同。在黑的底上，縱橫劃同等距離的透明的線。普通每一輻之間計線自四十八至五十七條。使用了這種網幕晒印時，從透明線中射進光線來，使膠固著，不致在水中溶去。至此方纔移至銅板上，撕去紙，用溫水洗之，感光多的地方，不溶去的膠多，感光少的地方，大致已溶去了，至於一點未曾感光的部分，當然完全洗淨盡了。然後用氯化鐵腐蝕之，膠厚而多之處，因為不能浸入氯化鐵，下面的銅板，完全無損蝕。膠愈少之處，愈被溶液腐蝕得利害，因此，發生高低不一的凹度。

在這裏我們須得注意的，在鋅版時，水中不會溶去的殘賸的腐蝕藥，用火焙之，使他變成不會藥水

所浸蝕。珂羅版時，則由膠中浸入藥水，使膠下面的銅發生變化的。

其結果，在網幕的線下部分以及透明正像的透明部分（即原圖或實物光線強的部分）高出，而黑的或暗弱部分，向內凹入。珂羅乃完全告成。

印刷時墨水只醃積於凹入部分，覆紙其上。由上下二面緊壓之，版的凹度深的部分，其墨水較淺處為多，印於紙上，其色自然比較深濃，反之，淺的部分，積墨水較少，其色淺淡。高的部分，當然一點沒有墨水，即原圖上白的部分。終於印成原圖一樣的圖。近來雜誌上精美的照相，多用珂羅版印的。

第十一章 金屬與冶金

一 普通所用的金屬與合金

合金 人類所用的金屬，可約分為二大類，一種是純粹的金屬。其他是由幾種金屬或金屬與非金屬混合起來的，叫做合金（Alloy）。合金的性質，與所混合的金屬都完全不同，大概比原來的都要優良。故日常用的金屬製品，多用合金製成的。

合金的種類，向來已很多，再加現在還繼續的增加，其數不遑枚舉。金屬的種類有四、五十種。其中實用的，約有三十多種。每二種合起來製成合金，已至四百三十五種，三種合製起來計四千六百種，再加因各種金屬成分的多少，又生出種種不同的合金。故合金之數，實難一言概算。固然此等合金，未必是種種都有用處的，然我們從這樣推想起來，也足以知道合金數的多了。

銅 銅在金屬中其質尚稱軟而堅。擊之成板引之成絲，則堅而脆。要他回復本來那樣的柔軟，必須經過一次加熱。這叫做鍊銅。

傳導電氣的能力。除銀以外要算銅最強。再加銅價低廉而易得，故電線多採用銅。唯有一個缺點，銅絲並不十分堅固，倘數次折曲，便即中斷。故難以充作繫物等用。

銅在新的時候，赤而帶美麗的光澤。然置之空氣中，未數日即失光澤而成黑色。此因其表面氧化了成爲氧化銅的緣故。若一經磨擦，仍能回復本來的面目。

可怕的銅毒 銅質柔軟，已如上述。在歷史上發現甚早。自古即以銅製造各種日常器皿。唯銅器能生銅綠，其性極毒，這是銅器的最大缺點。一般銅的化合物，皆有毒的。特別是銅綠，其毒更甚。只要吞下小指般大小的銅綠，立刻送命，是件很可怕的毒物。銅綠的色綠而美。約分二種。第一，因空氣中的水蒸氣與

碳酸氣的作用而成的叫做碳酸銅。其毒較弱。第二，銅浸在醋中而生的，叫做醋酸銅。其毒更激。

銅鍋在使用中，空氣因為被水蒸氣所逐走，不致發生銅綠的。然盛著食物靜置几上，鍋緣上不久即發現綠色。特別是用銅瓶盛醋，等於製造毒藥。

我國向來因誤食而死的人很多。倘能仔細調查一下，其中有一部分，一定是誤食銅綠而致死的好。在現在已有無毒的金屬，起用代銅。如鋁（Aluminium）的製品，已日見普及。將來恐能完全代銅的地位。

鉛 鉛質比銅柔軟得多了，然甚重。其表面亦甚易發銹轉黑，與銅無異。其毒雖不亞於銅，好在容易在低熱中熔解，而且稍一磨碰，即致損毀，故普通並不用做食器，無中毒之憂。不過陶器上所繪的畫，是鉛的化合物，略有危險，須注意纔好。

因為鉛十分柔軟，製器皿等可以自由屈折，故水道煤氣的管，多用鉛製。諸君或須會想到，用鉛製了水道管，不要發生危險嗎？水道中的水，多少帶有硬水的性質的。水經過水管時，管上發生不會溶入水中的銹，蔽掩於表面，並無若何危險。不過這只指用於硬水而言，至於軟水時，當然有危險的。

鋁 鋁為現在製造食器及其他器具最多用之金屬。然發見以來，僅百餘年。五十年前，他比金銀還

貴。曾有人將一塊鋁進獻於國王，由此可見其一班了。其後發見地中有多量的鋁，並且發明冶取的方法。故其價遂一跌千丈。

要精製純粹的鋁，是件很難的工作。普通日用的多雜有若干矽（Silicon）與鐵。純粹的鋁質很柔軟，可用小刀削刻，有矽與鐵混著的，其質堅固而脆。故欲驗試鋁之純粹與否，只要用小刀試削一下，就能明白。

鋁的缺點 鋁自身無害的，而且也不會發生有毒的物質。曝露日光下，因與空間的氧相化合，即失光澤，呈淡黑色。外觀上雖減去幾分，然這也不過表面的。於其內部，毫不會發生變化，反而有保護作用。其他如質輕，容易製成各種另碎用具，這是他的特長。故近來的食器，大部分用鋁製成的。然他並不是完全沒有缺點的。第一，他在低溫下易於熔解。故鋁製的鍋，放在熱力強的爐上，其底就有溶去之憂。自然，在鍋中盛著食物時，則其熱力，為食物奪去，決不致發生熔去等事。第二，貯藏食鹽，有腐蝕之憂，故鋁製的器中，長期的盛置食鹽，不久即生細孔。

鋁中少量混入各種金屬，製成合金，則仍不失輕便的特長，且有兼堅固如鐵的優點。近來重要的機械，多以鋁為原料。飛機飛艇用的機骨，也用鋁的合金製成的。

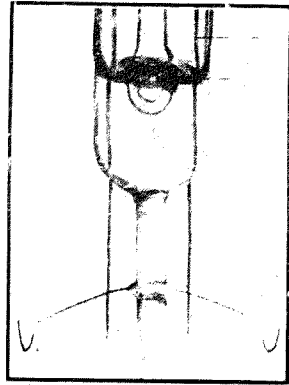
鋼玉 鋁與氧的化合物中，有礬土（Alumina）天然產的鋼玉，就是純粹的礬土。在礦物中，除金鋼石以外，要推礬土最爲堅硬。故用之於支持細巧的機械的車軸。錶中機械上所謂嵌寶石幾粒的寶石，便是鋼玉。普通磨擦寶石，也用鋼玉粉的。

貨幣 合金中最與一般所親近的是貨幣。日常所用的貨幣，都不是純粹的金屬，是合金。金屬製成合金後，大多能增加硬度。如金銀銅等，純粹的都柔軟不硬，若製成貨幣，易於損減，故必混合其他金屬，製成合金，然後鑄造貨幣。中國貨幣，爲銅銀錫鉛等的合金。如日常用的銅元，爲銅錫鉛三者的合金。據民國三年二月八日頒布的國幣條例，其銅元的合金成分是銅占百分九十五，錫百分之四，鉛只占百分之一。角子爲銀與銅的合金，其詳細爲銀七銅三。至於銀元則爲銀占百分之八十九，銅百分之十一。

種種的合金 黃銅是銅與錳的合金。因爲錳很便宜，故黃銅的價，也隨之低下。其用度甚廣。如銅床等皆以黃銅製成。不過經空氣長期間的化學作用，卽失光澤，若再一擦，仍現本來美麗的面目。赤銅是種光澤動人的金屬。稍含有金的成分。

近來上等咖啡店中所用的盆匙等器皿，都用洋銀製的。該金屬是銀與錳的合金，決不會發鏽的。也是合金之一。

第二十七圖



電燈燈泡中用微脹鋼之部分

鐵與鎳混合製成合金，若鎳佔百分之三十六，則成微脹鋼（Invar）他有一個特性，外界空氣無論怎樣變化，他很不易起膨脹或收縮。故各國政府所備的基本標準尺，多用微脹鋼製造的。其他如因溫度之變化，而有發生紊亂之憂的精密的器械，也多用他製造。如精確的時鐘的種子擺條。軍艦上測知敵艦距離的望遠鏡筒等。我們倘增加這合金的鎳的量，則膨脹的比例，亦能隨之增加，可以任意製成膨脹度。電燈泡中所用的合金，其膨脹度與玻璃一樣。電燈泡的基部，金屬係封入玻璃部分的絲，就是這種合金。因為這部分的合金，倘不能隨著玻璃起同等程度的脹縮，則玻璃與絲之間，勢必致發生空隙，流入空氣。從前這部分用白金，故燈泡之價甚貴，近則發明的這種合金，其價驟然低落。

鐵 一般人平常很含糊地所說的鐵，其實也並非純粹的，是種合金。如製鐵瓶鍋等的鐵叫做生鐵，其中含有百分之四的碳，還有其他少量的氧、磷、硫、黃、錳等。這種鐵易於溶解，故宜於鑄器。然其性脆弱，故易破裂。

鐵中有一種叫做鋼鐵的，在金屬中要推為最普及應用的了。舉凡文明利器，莫不利用鋼鐵。現代工業的進步，有賴於鋼鐵者實也不少。

鋼中并非含有其他特別的物质，也與生鐵一樣，是含碳的合金。不過碳的成分很少。鋼鐵也有多種。其中含碳量最多者只及百分之二，最少者只有千分之三而已。

鋼能賴鍛鍊的工夫以增進其硬度，這是他的特長。鍊鋼之法，誰都知道，將鋼熱至某一程度，突然放入油或水中冷之。我國從前的名刀，也就因為鍊鍛適宜的緣故。現在則什麼製法，都用科學的加以分析研究。德國已發明很上等的鍊鋼法，不遜於我國古代名刀云。

鐵銹 鐵有唯一大缺點，他容易發銹。鐵之銹，因空氣中濕氣的作用，與氧化合而成。其他金屬，表面銹了。空氣不能透入內部，內部不生變化，唯鐵與銅，其銹中能通流空氣，一直能銹入內部，至完全成爲銹而後已。然鐵的發銹，不是無藥救的大病。只要使他的表面不與濕氣相接，便無問題。我國向來在鐵器表面塗擦油類，使空氣與鐵之表面隔絕，也是一種簡而易舉的方法。

近來發明了一種不銹的鋼。只要在鋼中混入極少量的鉻（Chromium）便不致發銹。其實這種合金，並不是絕對不發銹的，不過很不容易發銹罷了。其價雖較貴，到底還是經濟的。

二 冶金是什麼

鑛石及其採掘法 我們日常見慣的金銀銅鐵鉛錫鋅等金屬，大家都早已知道是從地殼中的鑛石裏冶取出來的。所謂鑛山，就是指地中有許多鑛石的地方。採掘鑛石時，倘其鑛石離地面不遠，則先除去表面的非鑛石的岩石，再進掘而至鑛石。倘鑛石離地很遠，則至鑛石之間，先掘成許多鑛坑道，然後使用人工或鑿岩機械，掘出鑛石，載上車沿鑛坑道而運出外面。

鑛石與金屬的分冶法 講到金屬雜混鑛石之中時究竟什麼樣呢？例如金等，並不與其他物質化合的，只是金的細粒，散雜於鑛石之間。故金與岩石合冶的方法很簡單，只要把岩石與金一分離就完成了。其他如銀銅鉛鋅等，在鑛石中與硫黃化合的，其性質與銀銅完全不同。故冶金時除與岩石分離外，還須除去硫黃，纔能得所希望的銀鋅銅等。其他如鐵錫鉛等，在鑛石中時，不單含有硫黃，還與氧相化合了的。故冶鐵鋁的工作，比上述銀鋅更多一步麻煩的手續。

這種與岩石分離除去硫黃氧等的工作，叫做冶金（Metallurgy）

三 金銀的冶金

砂金 金有含於岩石中者及混雜於海底之砂中者，前者曰岩金，後者曰砂金。自砂中淘取金時，其法以板或板上鋪席，兩端稍有傾斜，將混雜砂金的泥砂，與水一同流下，金比砂重，在流下時沉填於板縫，泥砂則隨水流下。以此法淘得的金，其粒極小，再入爐溶成大塊。

岩金之冶金法 現在金之產額的大半，得自岩中。砂金不過極少的一部分而已。普通說起金礦，以為含金很多。其實這是幻想。金礦石中所含的金的分量極少。最上等的鑛石，一萬噸中最多也不過四噸。故無論怎樣上等的鑛石，決不能用肉眼看出金粒來。然則，用什麼方法來知道這鑛石中是否含有金呢？這須賴試金術的能力。

所謂試金術是一種分析術。他不單能測知金的有無，即其他金屬在鑛石中含有多少，亦能詳細知道。在測驗金的有無及成分時，其原理也很簡單。因金熔解的溫度很高，在他未溶解前，岩石早已溶解了。故將鑛石放在適當的器中，移入爐內，加高熱溶解岩石，於是金因質重沈淪於底。講到金的製鍊法，也很簡便。先將鑛石粉碎，使岩石與金皆成細粒，各自分離。換句話講，成為岩石之細粒與金之細粒互相混雜。

之狀態，即砂金時的狀態。此時只要在板上用水順流，即可得金。然這種方法，多少有點不經濟，容易浪費，故再加入水銀。金逢水銀，即爲他所吸收，有成爲汞合金（Amalgam）的性質。在實際上一壁搗碎鑛石，一壁即加入水銀的。然後同水流於銅板上，淘去岩石的細粒，只有水銀與汞合金殘留銅板上。汞合金這東西，加火一熱，其中的水銀，即成爲水蒸氣，凌空飛去，所賸餘的便是金了。用水銀一法，似乎已很高妙的了，然實際上也只能採得十分之五——七的金，其餘的還是浪費的。

氰化製鍊法 氰化製鍊法（Cyanide process）爲一千八百八十七年麥克亞塔爾（Mc Arch-ur）及福勒斯特（Forrest）始發明的新方法。其法將氰化鉀（Potassium Cyanide）先溶入水中，製成氰化鉀溶液（Potassium Cyanide solution）再把搗成粉狀的金鑛石浸入其中，於是金皆溶化而成氰化金，唯岩石則如舊不變。設法瀝去液質，使岩石與氰化金各自分離。瀝後的液，另置槽中，放入鋅。這鋅溶解了而成氰化鋅，本來的氰化金仍回復爲金。不過這次回復的金，並不成塊的，而是泥濘的無金色的膠質。將這膠質瀝過後放入爐中加熱溶解，冷卻後即成金色的塊狀的金。

銀的冶金 銀在鑛石中大多與其他物質混雜在一起的，然也有極少數的與金一樣，很純粹的。在那種時候，其冶金法可用上述同樣的原理。然普通的銀，多與硫黃化合物了潛存在銅或鉛的鑛石中。而且

銀的分量比銅鉛皆要少得多。故銀的冶金，除自鑛石中除去岩石的部分以外，同時還須分離硫黃，然後方能求得所希望的銀。

四 銅的冶金

銅的製鍊法比較的複雜了。先投鑛石於溶鑛爐中，溶解鑛石，與硫黃結合著的銅比較輕，故二者上下分開。輕而上浮的岩石部分叫做鏝，重而下沈的銅的化合物部分叫做鈹。流出上部的鏝，收集下部的鈹，在未凝結前即移至轉爐中。轉爐的下方有一個風孔，空氣自此孔吹入至溶液的鈹中。空氣通過鈹中時，與銅結合著的硫黃與空氣中的氧化合，因之與銅脫離。換句話說，硫黃燃燒了而生熱。故鈹在這種反應很利害的時候，永不會冷卻凝結。至這種反應完了，也就是硫黃燃完了，即鈹完全成爲銅的時候。於是注入模型，冷卻後即成爲銅塊。

上面也曾講過，銅的鑛石中不只有銅，其他還有種種的金屬。如銀、鐵、金、鉛、鋅等。其中以鐵爲最多。然鐵價低廉，而且其性質上，多少還帶有硫黃，無濟於事，所以不再費手續，就即棄去。本來鐵是在鈹中的，因爲轉爐工作時化合著的硫黃，爲空氣中的氧所奪，而且自身同時也與氧化合了。鐵與氧經這樣的一度

化合，就仍與岩石的成分相結合，流至鍍部。故此時只要一傾斜轉爐，流出鍍，鐵也就棄去了。

鑛石中與銅混在一起的金銀鉛等，仍潛存在轉爐工作後製成的銅塊中。要分離出去，須得應用電解。把銅塊懸於盛硫酸的槽中，對面懸一塊薄而純粹的銅，前者為陽極，後者為陰極，各通以電流，於是陽極方面的銅塊，溶入硫酸液中，為陰極所吸去，附著於陰極銅板上。銅塊中的金銀等因為不能在硫酸液中溶解的，故沈入槽底。陰極方面的銅板厚了，乃另換薄的，直至陽極方面的銅塊完全被吸盡為止。在陰極集得的銅，再詳細洗滌，除去硫酸，即為電氣銅，出售市上。沈澱於槽底的金銀溼質，收集了用爐溶成金銀塊，或應用電氣分解或加硝酸，溶解銀後，便只存金，兩相分離。

用溶鑛爐溶解鑛石，再以轉爐製銅，此種方法，須用火的，故叫做乾式製鍊。用硫酸分離金銀銅那樣方法，叫做濕式製鍊。當然，金的特化製鍊法，也是濕式製鍊之一。

五 鉛與鋅的冶金

鉛的冶金法，先將鉛的鑛石焚燒，焚過後，不但鉛鑛石中的硫黃都燃去了，即鉛自身也與氧結合。再將他與焦煤一同放入熔鑛爐，自上面吹入空氣，於是結合於鉛的氧與焦煤的碳化合了，臍鉛獨自

脫離，與銅冶金時一樣，變為鈹下沈爐之底部。溶鑛爐的下底，有二個高低不同的孔。上面的孔開放時，即流出輕而上浮的鍍。下面的一孔開放時，流出溶液的鉛。

然而這樣製鍊成的還不是純粹的鉛，更須送入別爐中，一壁燃燒，一壁送入風，使不純潔物燃燒後溶浮於鉛上，流出爐外；賸下的便成爲純粹的鉛。不純粹的鉛是堅硬的，純粹的鉛柔軟的，故此爐名之曰柔鉛爐。是一種反射爐。所謂反射爐者，爐中火焰一旦上衝頂蓋後，再回下反射至鑛石之上，故名。

鉛中也含有金銀。要分離時，可用結晶法及電解法。電解法的原理與方法，與銅電解時一樣。至於結晶法，則應用熔液的鉛，靜置冷卻，結晶中絕對不會允許金銀混入的原理。

鋅 鋅鑛石也先須經過一度焚燒，逐出硫黃，與氧凝結的。再同無煙煤的粉粒一同放入耐火黏土製的圓筒狀的器中，移置爐中加熱，於是結合於鋅的氧與碳化合了，賸下金屬的鋅。這鋅在這樣高溫度的爐中，已由液體變爲氣體，飛出外面。此器之一端，裝置著凝結管，冷卻逃出來的鋅的蒸氣，凝而成爲鋅之液體，再汲出注入型中，凝固成鋅塊。

還有一種方法是濕式的，先也須經過一度焚燒，將燒過的鑛石，浸入硫酸中，鋅乃溶入液內，收集此液，注於槽中，用電解即成。這時候陽極一方面用不會溶解於硫酸中的鉛，陰極上也用不會溶解於硫酸

中鋁貫通電後溶解於液中的鋅，漸附集於陰極的鉛板上，只要時時取出剝下就成鋅塊。用此方法製鍊而成的鋅十分純粹，不過需電較費。

六 鐵的冶金

生鐵與鋼 鐵錫鉛等，都與氧化合著的，如燒過的鉛鋅一般。故在理論上也只要用碳奪去氧，便可了事的。

在前面也曾講過，鐵這東西，與其他金屬不同，純粹的反而沒用。我們日常所用的鐵，大都都含有碳的。因碳的分量的多寡，其性質大有分別。大別之約分爲二，曰生鐵曰鋼。生鐵含碳量較多，性質脆弱，不能鍛鍊。由鐵鑄造的器皿，都用生鐵。鋼內所含的碳量較少，能鍛鍊。所謂鍛鍊者，將鋼以高熱熱之，驟然投入冷水或油中，急切冷卻，使鐵之性質發生變化，頗能增進其硬度及彈力。這是因爲其中的碳在內部發生種種變化的緣故。

鐵的冶金 製鍊鐵時，混雜半數的焦煤於礦石中，自熔鑛爐的頂上投入爐中，由下部的風孔輸入空氣，使焦煤在內燃燒，爐內發生高熱，熔解鑛石。於是結合於鐵的氧，與碳化合。

溶解的岩石，也與前述幾種一樣，成爲鍍，浮昇上部。鍍若愈輕則愈容易與鐵上下分離。鍍若愈易流動，則鐵也就愈容易下沉。爲達此二目的起見，故在當初，鐵礦石中混入焦煤時，同時也投入石灰石。於是鍍自鍍口流出，鍍自下面的鍍口流出，流至爐前之砂型中，形成鐵條。此即含碳量很多的生鐵。

鋼的製造 製鋼以生鐵爲原料。生鐵中除含碳以外，還有少量的矽、錳、磷、硫、黃等。此等不純粹物，倘在爐中一熱，便如製鍊鉛時一樣，與氧化合了，成爲滓渣，浮於表面。倘溫度漸次減低，此等滓渣，仍不接不離地與鐵混著，冷卻了仍是如此。用轉爐（Bessemer converter）施行這方法的，叫做轉爐製鋼法。這時的轉爐與銅的轉爐一樣，也從風口吹入空氣，使不純物燃燒，用他的熱以保持液質的溫度。不過用這方法，還不能將磷完全除去。然而大多數的鐵礦，皆含有磷的。鋼中有磷，於其性質頗有影響，非完全除去不可。故又發明湯姆斯法，即鹽基性轉爐法。此法所用的轉爐之內壁，用燒過的白雲石混合焦煤塗的。此二物與發生的滓渣發生作用，能使滓渣發生吸收磷分的性質。

其他還有平爐製鋼法。平爐（Open hearth or Siemens Martin furnace）是平的，其燃料用煤氣。因爲需要高溫度，故空氣與煤氣皆預先加熱，轉爐的工作比較激烈而速，而且又不能窺視內部，故藉觀察轉爐口出來的火焰，以知製鋼的是否完成，頗需技術。反之，平爐則能窺知內部，其反應也比較的

緩和，能慎重工作，故其出品較前者爲優。大砲的砲身，必用平爐製的鋼。

其他還有電氣製鋼法，使用電氣爐以製鋼的方法。普通多在製造特種的鋼時用的。

七 鋁的冶金

鋁之原料 一談起鋁大家即會聯想到鋁製的鍋及其他日常用品，可見鋁的用途之一班了。然在四十年前，法國從岩石中開始採得鋁時，大家以爲比金銀更貴的寶貝，獻諸皇上，可見當時對鋁重視之一班。其後冶金術發達，鋁的產額大增，其用途亦因之日廣，特別是有許多合金，以鋁爲主，既輕又堅。自航空發達以來，其需要率增加更烈。

鋁在地殼中較鐵多二倍。可惜現在因冶金術尚未發達至極點，除鐵礬土礦石以外，未能製鍊。是礦石多產於法國。

其他如英國南美格林蘭等處，亦有出產。黏土中含鋁量亦不少。可惜採取法尚未發明，真所謂可望而不可得。

鋁的製鍊 鐵礬土中的鋁成礬土狀態，與鐵錫等一樣，也與氧化合了的。故在冶金學上而論，除棄

去礦石中的岩石部分以外，還要分氧。然而礬土這東西，熔解的溫度既高又輕，故不能如鐵一樣，在鎔鑛爐中隨便熔解，與岩石分解的。

礬土在單獨的時候很不容易熔解，近來發見混雜了格林蘭產的冰晶石，比較的能在低溫中（攝氏九五〇度）熔解。故鋁的冶金，先將鐵礬土及冰晶石放入電氣爐中，爐之上端，懸垂炭素棒，作為陽極，爐之底部，埋下鋼棒，作為陰極，各通電流，爐中的混合物，發熱熔解了。因為陽電極是炭素，故把礬土中的氧完全奪去燒了與鋁相離，於是失去氧的鋁，成為金屬狀態，沈澱底上。在那裏的爐邊，開孔放出，流至外間，冷卻後即成爲鋁。

第十二章 顏料與染料

一 顏料

顏料與染料的區別 凡是著色的東西，總稱之曰色素，色素可大別爲顏料及染料二種。

說起顏料，諸君就會想起畫圖畫用的顏料，這不過是顏料中之一部分而已。在工業上所謂顏料者，

指乘有種種的色而不能溶於水或油中的，總稱曰顏料。因為不能溶入水中的，故只能掩塗在物之表面，不能深入物質中的。反之，如染料，他能溶入水中，深入物質中，轉變該物之色。顏料大部分是金屬的化合物，然也有一部分是從動植物中取得的。

各種顏料的原料 從礦物取得的顏料，最著名有莫過於朱。誰都知道朱是水銀與硫黃混磨而成的硫化水銀加熱而成。真正的朱，其價甚貴。普通多參雜其他物質，故不能久長。其他朱色中還有鉛丹（Red lead）（即氧化鉛）金硫黃（即硫化銻）雄黃與雌黃，為硫黃與有毒的砒（Arsenic）化合成的，故也有毒，我國自古即用為畫圖的顏料，現在用者極少。黃色中其他尚有鉻酸鉛，鉻酸鋇等等。圖畫中用的金色粉，是硫化錫的粉末。

羣青是鋁鈉及矽酸的化合物。我國最先發明。從來輸入歐洲很多，其價甚貴。近來因人工製造的羣青發明了，故價大跌。

女子裝飾用的水粉等，從前下等的多含鉛，有毒。近則用鋅華，可免中毒之弊，其詳細已在上文中敘述過了。

動植物性的顏料中，能自動植物中取來後直接施用的很少。大半皆須與金屬化合了，然後應用。天

然的取來就能應用的如由烏賊的墨汁煎煮而成的黑色（Sepia）以及自胭脂蟲（Coccus Cacti）取來的洋紅等。水彩畫用的顏料，是將上述的顏料，用阿刺伯樹膠調混而成。油畫的顏料，用亞麻尼油調混而成的。

墨 墨是以膠調混油煙而成。製油煙的原料多用松樹。先在室內燃松發煙，煙即凝集四壁。乃收集之用膠水調製，以杵研之，至十分調勻，加入香料，最後用模型製成各種形式，放在稻草灰內使乾。

鉛筆 鉛筆的心，研成粉末，也能成爲一種顏料，故也放在此項內。

黑鉛筆的心，是黑鉛與黏土，顏色鉛筆的心，是染料顏料等與黏土白蠟調製而成。鉛筆之優劣與否，全由他的原料的粉，是否微細而定。愈細者則其質愈良。製造鉛筆心時，先將各種原料各別研成細粉，然後應心之軟硬，色之濃淡，適當地一一混調。至稍一乾燥，即放上製心機械，壓成細而長的鉛心。切成相當長度，乾燥後入室燒之。鉛心之硬軟，完全由這次燒的程度而定。

鉛心放入木桿，並非一條一條各自插進去的，是在一塊木板上，預先製成互有間隔的條紋，可以放入鉛心的一半。置鉛心於其中，再以同樣的一塊木板，以膠水覆黏其上，放上機械，削成圓的六角或八角，的種種鉛筆。在鉛筆桿外面，還要染上顏色，兩端切齊，最後加上商標，便可裝送市上出售了。

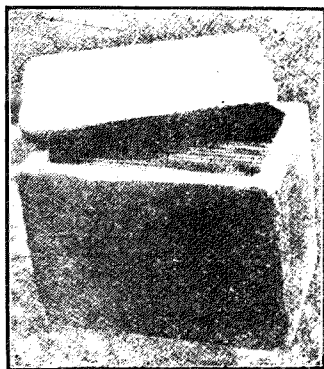
第 二 十 八 圖



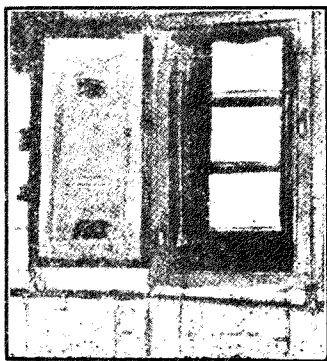
將製成的很長的鉛筆心截至適當的長度



調練鉛筆心的原料



鉛筆心放入耐火之粘土箱中，放心爐中燒。



鉛筆的木桿上，普通都印有H B等字樣，這是表示鉛心的軟硬的。H表示硬，B表示軟。B愈多則心愈軟。H愈多則心愈硬。普通的鉛筆，B至5B為最多，然也有6B 7B等幾種特殊的。H也以5H為最多，也有6H 7H等幾種特殊的。日常所用的鉛筆，其桿上標記着HB，表示不軟不硬，最宜於筆記等應用。

蠟筆 近來小學校畫圖畫常用的蠟筆，其主要原料是礦物質的顏料用蠟黏煉而成。當然，這種顏料，力求無毒質的；如含有砒的鎘（Cadmium）避免不用。蠟筆為適應容易黏着紙面，不易折斷等條件，故除礦物質的顏料以外，還斟酌加入植物性以及動物性的顏料。製造時先以一定的溫度溶解蠟，再加各種顏料的細粉，混雜研攪。溶蠟時若無一定的熱度，則易發生變色褪色第事情，為保持一定的熱度起見，故不用火而代以蒸氣。調研後放入模型，大量的製成蠟筆。

墨水 普通用的Blue Black墨水，其原料是沒食子（Gall 一名五倍子）及硫酸第一鐵（Ferrous sulphate）。沒食子是一種叫做沒食子蜂的，在嫩樹枝上產卵時所生的囊，此囊為樹枝分泌的液汁而成。蜂產卵其中，幼蟲逐漸長大了，囊隨之亦大，終至直徑有五分上下，此囊中有多量的沒食子酸（Gallic acid）與鞣質酸（Tannic acid），將此沒食子搗碎了浸在水中，溶出沒食子酸及鞣質酸，加以叫做硫酸第一鐵的水溶液，任他靜置數日，使雜質沈澱了，瀝取澄清的上部，此即墨水的主要成分，

此物色淡，然遇硫酸第一鐵氧化了的硫酸第二鐵（Ferric sulphate），即生黑色的沈澱。用墨水在紙上寫字時，墨水滲入紙的纖維中，遇空氣中的氧，於是硫酸第一鐵即變為硫酸第二鐵，在纖維上發生沈澱。漸次呈現黑色，那時即使用水洗，再也洗滌不去的了。普通墨水中之所以着色者，完全為便利寫時起見；因為太淡了，寫時很不便當，故製造時混入藍色的染料。再為防止在瓶內時的氧化起見，還加入少量的酸類，防止腐敗起見，加入石灰等。至於墨水的成分，其詳細如下表。

鞣質酸

二·三·〇

沒食子酸

八·〇

硫酸第一鐵

三〇·〇

阿刺伯樹膠

一〇·〇

鹽酸

二·五

水

一〇〇〇·〇

其他如紅墨水紫墨水等，皆是從焦煤取得的染色，溶於水中，加入防腐劑而製成。

二 染料

天然染料 染絲、布帛、革等需用染料。從前染料大部分取自動植物，其中尤以植物爲更多。如向來所用的紅色染料的洋紅（Cochineal）是寄生在仙人掌上的一種蟲晒乾後研碎而成，土耳其紅，是一種赤根草的草根製成的。紅色染料也有白紅花的花瓣製成的。其他如紫色染料取自紫草根。藍色染料取自蓼藍。然自化學工業進步以來，各種染料，幾乎皆可以人工製造，而且其價較廉，其質不遜於天然的。兼加天然染料的色的種類有限，反之，人造染料的色之種類，可以說是無限止的。

人造染料之發明 人造染料幾乎全部都自煤膏製成的。最先發見的是英國人伯琴（Sir William Henry Perkin 1838—1907）他是個學者，距今七十餘年前，他還不過十八歲的青年，研究自煤膏的安尼林（Aniline）中製造瘡疾藥，偶然製成了紫色的染料。於是啓發了他以安尼林（又名生色精）製造各種染料的祕訣，各學者紛紛努力，造成種種的染料。其研究最盛行的莫過德國。當歐洲大戰以前，德國已發明幾千種染料，大量的輸出外國。製造染料，頗需精深的化學，故世界各國中，以化學最進步的德國爲最發達。至大戰開始，各國斷絕供給，至此始奮力研究，然終不及德國遠甚。

德國研究最費苦心的是人造藍。他經德國學者巴耶十五年的刻苦研究，始明白天然藍的性質，發見人工製造；於是再由德國的大染料公司研究工業的大量製造，發見以駢困（Naphthalene）製造的方法。更經十七年，前後共計三十三年，纔完全告成，可以大量製造，出售市場。從這點看起來，可見德國人民的毅力以及熱心了。

人造染料的製法 由煤膏製造人造染料時，先自煤膏製成苯質、一烷困（Toluene）、駢困、石炭酸、蒽困（Anthracene）等的化合物，作為原料，再製成各種中間體。這種原料的中間體，也是無色的，然經過麻煩的手續，中間體，即成鮮妍的染料了。

人造染料之數 人造染料的原料，除前面講過的苯質、一烷困、駢困、石炭酸、蒽等外，不過十餘種而已。然以由此等製成的中間體，其總數不下五百，能製成千二百多種的染料。然市場上所販賣的染料，因出品公司之不同，往往有同物異名，或調合色素，另置一名，故商品上的染料，多至不下一萬種。

染物的原理 普通人也須這樣想，染物時只要在染料溶入水內一浸就成，其實決沒有這樣便當。要知道染物也要施行種種的方法，始克成功。例如物與染物的化合，染料成為極微細的細粒，侵入物內，其他如染物以及染料的性質各各不同，又須詳細研究，若有不到之處，即發生褪色不均等等的弊病。

例如染藍色時，藍這東西，本來不會溶於水中的，故第一步須設法使藍發生變化溶入水內，深深滲入布帛的纖維中，然後取出曝露空中，因空氣中的氧化作用，又變成藍，成爲極微細的粉，雜附於纖維中，方纔達到染藍的目的。

有幾種染料，不能直接染上去的，須先施用媒染劑作爲媒介。例如丹色（Alizarine）染料，在染時，必先用明礬的溶液，浸濕所染之物，再染丹色。

捺染法與浸染法 染法可分二種，即捺染法（Printing）與浸染法（Dip Dyeing）。將布帛完全浸入染料之溶液中的叫做浸染法。印刷似的印染的，叫做捺染法。普通人所說的印花即用此法染的。最簡單的捺染法，用厚紙裁切成空的花紋，覆於布上，塗糊與染料混合的染糊於其上，用力壓後，以水蒸氣蒸之，即得花紋，我國向用人工，近則因產量增大，上糊等皆用機器。

不論捺染法或浸染法，在染以前，皆須洗滌布帛，除盡脂肪，回復布帛原來的本色後，再行染色。

第十三章 皮革

製革之法

製革的準備 不論那一種獸皮，潮濕則易腐，乾燥僵硬易裂。所謂製革者，即將獸皮製成乾燥柔軟，且又耐用。其方法，簡單的來講一句，把獸皮浸潤鞣質液，然其前後手續，頗費周折。現在以最普通的牛皮來作說明吧。倘殺牛的地方與製皮的地方相詎並不遠，則剝下的皮即送至製皮工場。相距遠時，為防止輸送期間時的腐敗，用鹽鹽漬，或晒乾輸往。不論鹽的或晒的，運至製皮工場，即和水一同放入一隻鼓形的器械內，旋迴器械，充分洗滌。洗畢仍浸於水中。於是凡能溶於水中的如食鹽血等，皆完全溶解於水中。至於晒乾了的牛皮呢，經此一來，已充分吸足水分，轉成柔軟。再以刀割去附生於皮的內面的肉脂肪等，浸於石灰水內，經數日，毛根部發鬆，很易刮去，而且脂肪分也除去了。於是取出水外，用刀刮去牛毛，最後除去皮上吸收著的石灰，這部工作，從前用酸酵過的鳥糞犬糞或小麥糠，賴酸酵所生的酸類的作用，除去石灰。近因厭此法不潔，改用藥品。

製革法 牛皮經過上述各手續後，即施行製革。其法使皮潤浸鞣質液。最初用稀薄的，逐漸改向濃液。頗費手續。於是鞣質液漸次滲入皮的內部，成為褐色的熟皮。這時已與生皮不同，既柔而堅固，吸潤了水分，亦不易腐敗，頗有耐久性，其次用壓榨機排去水分的大半，施行漂白作業以除去表面的鞣質，減淡顏色。最後再用壓榨機壓乾皮內的水分，另用轉軸將皮面壓得平滑有光。至此製革工程方告完了。

上面所說的是製鞋底用的堅硬的革的製法，叫做鞣質製法。其他如鞋面的軟皮等，則用鉻製法的。當然，如黑色紅色等顏色，是製成後染上去的。其他還有因皮類的不同，有種種的製法。

革之種類 革之原料有多種，日常最多用的是牛馬羊豚兔等的皮。其中尤以牛皮爲最普遍。如皮鞋的底皮，皮箱，日常家用皮器，莫不以牛皮製成的。現在市上流行的婦人用的手提錢袋，其原料多是羊皮。

人造革 所謂人造革者，其外表性質頗似革，而且價較天然者爲廉，可以代天然革之用。人造革的製造，始於五十年前，威爾遜及司托里二人。他們在綿布上塗著硝酸纖維（Pyroxylin）及不乾性油的混合物，製成又強韌又柔軟又有耐久力的膜，通過印花紋的機器，壓印動物皮的花紋，完成後驟視之與真的革一樣，遂啓人造革之端。

近來的人造革，已改良不少，唯最主要的藥料仍是硝酸纖維。外行人看了簡直分不出是真是假。唯有種種缺點，強韌力耐久力都不如天然革，其他還有一個不通空氣性的大毛病。

第十四章 火藥與毒瓦斯

一 爆發藥

無煙火藥 無煙火藥是火藥之一種，燃燒時不生煙，他之所以不發煙者，因為已完全燃盡了的緣故。無煙火藥也有種種，大體可分爲二。第一曰硝化纖維素火藥。其主要原料是強綿火藥與弱綿火藥，以醚（Ether）及酒精黏混成膠狀，壓成板形，再切成小塊，晒乾而成。鎗及手鎗上用的，是揉圓了塗上石墨（Graphite）以便攜帶的。第二種叫做硝酸甘油（Nitroglycerin）火藥，比前者更強。他是在硝化纖維素火藥的原料中，加入硝酸甘油而成。用時製成長條。獵用的無煙火藥，爲硝化纖維素火藥中混加硝石而製成的。

炸藥 火藥預先貯藏在彈丸之中，一至目的地，發生爆發，彈丸破裂而散飛，此卽炸裂彈。在炸裂彈中所用的火藥，稱曰炸藥。從前用綿火藥的，現在則用苦味酸（Picric acid）苦味酸爲酸類作用於石炭酸而製成，其炸力比綿火藥更利害。用苦味酸製炸彈時，在炸彈中先預備下一個紙的腔所，流入溶解的苦味酸，固封而成。此法發明，距今僅四十餘年，發明者爲一法國人崔氏。他發明後卽爲政府所採用，嚴守秘密。不料不久英國也發現了同樣的炸彈。法政府大奇，卽仔細調查，知英人出重金收買崔氏事，乃將

崔氏下獄。

爆發藥 毀岩石，斷鐵橋時所用的火藥，叫做爆發藥。軍隊上所用者，為耐久保存的苦味酸等，以便萬一發生戰爭，即可從事應用。鑛山中所用的雖然是綿火藥，但是只有綿火藥，爆發後所生的氣體中有混雜有毒的一氧化碳的危險，故再加入硝石，使氣體氧化了成爲碳酸氣。

現在普通所用的猛炸藥 (Dynamite)，皆爲含有硝酸甘油的爆發藥。又可大別爲二種。第一爲泥質猛炸藥。使硅藻土中吸收硝酸甘油而成的即其一例。其一爲膠質猛炸藥。是弱綿火藥中混合硝酸甘油製成膠狀而成，在爆烈藥中最爲利害。實際上普通用不到這樣利害的，還混雜鋸屑硝石等以減低其爆裂性。

二 毒瓦斯

窒息殺人 戰時所用的毒瓦斯，種類甚多。最重要者，不外下述幾種。毒瓦斯不僅氣體，其他如成微粒浮飄於空中的固體，亦包含在內。毒瓦斯中的幾種，在平時用以消毒，驅除害蟲，逮捕犯人等。

歐洲大戰時最多用的毒瓦斯爲綠氣 (Chlorine 又作氯) 即鹵酸 (Chloric acid) 吸入此氣



東部戰線 歐戰時，德軍用氣氣攻俄軍，俄國狼狽不堪之情形。

後，即致窒息而死，其次為鹵化碳氧（Phosgene）由鹵酸製成的。他也有綠氣同樣的毒性，然更強二十五倍。其製法應用活性炭為接觸劑，化合一氧化碳與鹵酸，冷卻後成為液體，貯入管中以應用。鹵化碳氧不單在戰事上頗有用處，即工業上用途也很廣，製造醫藥染料也常要用到他的。

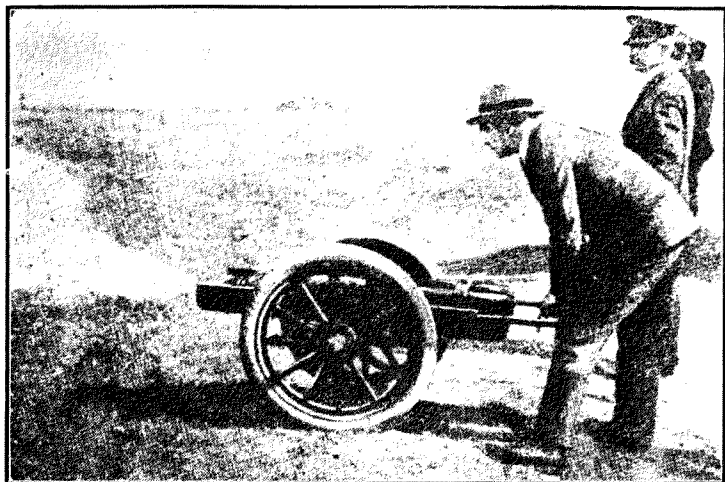
促人劇烈噴嚏的毒瓦斯 地弗爾氯化砒質，能刺激氣管之粘膜，使人劇烈噴嚏，是一種很惡作劇的毒瓦斯。他籍爆發之力，散成微粒，被吸入氣管中，發生噴嚏的作用。他的刺激性極強，只要在空氣中含一千萬分之一已使人彙得不堪。不過其製法極難。

還有一種促人噴嚏的固形毒物，叫做亞當塞特，其毒性與前者略同。好在製法簡單，常為前者之代用品。

此等毒物，只要調雜防腐劑，即能製成效果很大的防腐劑，再稍加手續，即成害蟲驅除劑。在歐美各國，常雜於煙中以驅除森林之害蟲。

催淚的毒瓦斯 有幾種毒瓦斯，刺激眼中，眼淚即如潮水般的來個不息。如溴化偶因基酮，氯化苦味酸等，總名之曰催淚性毒瓦斯。溴化偶因基酮由溴（Bromine）作用於Toluol而製成。在平時也很有用處。如軍隊習演時，鎮壓暴動時，逮捕兇盜時，皆常用之。警察所用的藏於手杖或手鎗內，也有貯藏在

第 三 十 圖



美國警官試放摧淚毒瓦斯

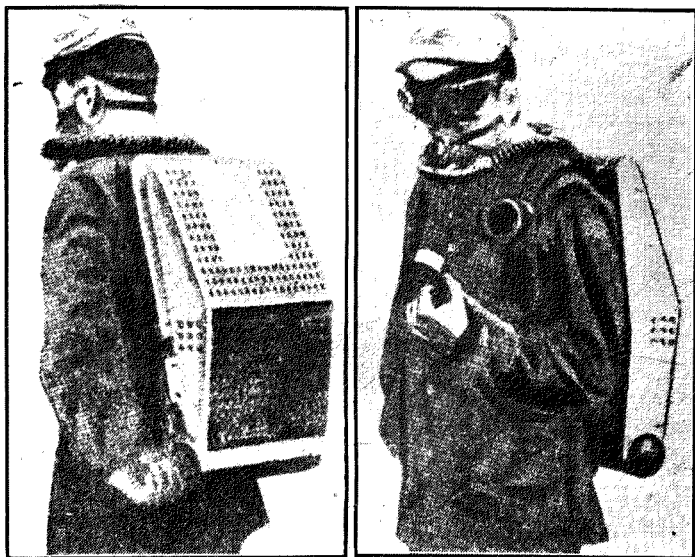
自來水筆中的。

潰爛皮膚的毒液。毒瓦斯中最利害的莫過潰爛毒液。他並不是氣體而是液體。一旦沾點皮膚上，不數小時，即生水泡，泡破即生潰爛，頗不易治。他的沸騰點極高，須二百七十七度。故撒佈敵地後，極不易蒸發，除去極難。

避防毒瓦斯的面具 (Mask) 避防

毒瓦斯最有用的工具是面具。面具的製造原理總括一句話，將吸入的空氣中所有毒物為藥品所吸收，以消失其效用。吸收的裝置有裝設在面具中者與另設在他處，別以管連結於面具者二種。

吸收的藥品約分二類，第一類有吸收毒



背負防毒瓦斯之吸收罐

氣作用的活性炭與曹達石灰。第二類吸收煙的濾紙氈（Felt）此等藥品用時密塞罐用。

毒瓦斯面具，除在戰時以外，平時在化學工場鑛山等處，為保護職工的身體起見，也常用的。

三 焰火

普通家庭中有喜慶酒筵時，在日間多用鞭炮爆竹，晚上用焰火以助興。鞭炮爆竹只能發聲，焰火則發美麗之光采。日本的爆竹中，中貯紙製成的各種玩意兒，凌空飛下，十分有趣。爆竹之製法很簡單。

其外周是紙，用實火藥，另以一線接至外邊，因火藥之力而上昇。

焰火由發火劑及發燃之著色劑而成。二者製成後適當地填壓於紙筒或竹筒中，即可使用。不過該筒之長度，必須等於口徑之三四倍。火口處開一小孔，通入火藥線，直至焰火內部。焰火之種種形式，可由製者隨意因焰火藥之製法而定。如塊狀條狀粉末。

發火劑之藥料，不外硫黃硝石油煙松香等。發燃之著色劑不外硫酸鋅硫酸鉀硫化銻硫化砒硝酸鉛等。今詳舉一二焰火原料及配合法如下。

紫色焰火

硝酸鈉 三十二分 白堊粉末 二十分

鹽酸鈉 二十七分 油煙 十分 硫黃華 二十分

赤橙黃色焰火

鹽酸鉀 六十二分 硫黃華 十四分

碳酸鈣 二十四分 木炭末 一分

(完)

標商冊註

