

孫師白著

炭化鈣工業概論

永祥印書館刊

炭 化 鈣 工 業 概 論

孫 師 白 著

上 海 永 祥 印 書 館 印 行

炭 化 鈣 工 業 概 論

中 華 民 國 三 十 五 年 七 月 出 版

版 權 不 准 翻 印

著 者 孫 師 白

發 行 人 陳 安 鎮

發 行 所 永 祥 印 書 館
上 海 租 界 州 路 三 八 〇 號

電 話 九 二 二 一 三

印 刷 者 永 祥 印 書 館 第 一 廠
上 海 陝 西 南 路 二 三 八 號

電 話 七 二 七 九 八

本 書 實 價 元

自序

溯自抗戰勝利以後，當局一再申明提高人民生活水準，揆其意旨，至爲深宏。而欲達此一目的，莫不皆曰必須國家工業化，在朝者以是唱，在野者以是和，專家學者復有宏文巨製，議論精湛。歸納諸家意見，又僉認計劃經計，或廣義或狹義，爲必要之手段。吾人在所擬炭化鈣工業初步計劃一文中，曾作結論謂『吾人僉望政府早日公佈詳細實業計劃，指示國營民營分野，俾吾人得資遵循，不致虛耗資力，人民浪費一分，卽國力損失一分，故政府對於工商業須採取嚴格統制計劃政策，使挾有資本者，遵照計劃投資，弗逾所範，若不然者，則資本無所運用，亦無所逃避，計劃又必須通盤澈底，不偏不倚，不重不疊，分工合作，而後一切事業可成』嗣讀谷春帆先生所著中國工業化計劃論及劉大鈞先生所著工業化與中國工業建設，尤服其計劃週詳，持論精到。然一般皆以我國資源資本兩感缺乏，引爲隱憂，若一攷史實，默察現情，則知其不然矣。試觀德國一九一九年戰敗時，凡爾塞降約簽字墨瀋未乾，德國卽已負債達天文數字，淪爲赤貧，然未二十年而有貢比臬一幕。甲午時日本，地蹙民窮，遠遜清代，然半世紀以後，日本且稱霸太平洋。設使德日兩國當日不窮兵黷武，自取滅亡，則今日固亦列強也。今日我國資源較甲午時日本如何？今日我國資本較一九一九年德國如

何？事在人爲耳。一資源貧乏國家尙可借科學發明，探求人工資源，以補天賦之不足，况我國天賦不得謂薄。試問革命三十五年以來，地下薄藏，如鐵以及一切金屬礦，究有若干噸之年產量？未嘗努力，何自嗟爲！至言資本缺乏，而現有資本又絕未見善其用。國家預算二萬六千億中，國祚所繫之教育經費僅佔百分之五。而全國富者所有，豪者所挾，又未聞引導作建國資本。一切資本悉放任之，未能納之一定計劃。今日紗業有巨利可圖，則羣趨若鶩，對於不容緩辦之重工業及基本化學工業，則淡焉置之，偏重一方，畸形發展，工業化之效率焉得不因之降低。邇來開放外匯，但未示運用方針。籍低廉外貨抑平國內物價已類飲鴆止渴，况有若干不直接關及民生之工業製品，亦一律自由進口，不予關稅保障，致使方在萌芽之有數工業，立轉枯萎，炭化鈣工業卽其一也。我國向爲入超國，卽人民對外年負巨債，吾人忍痛舉債，原非得已，旨在以之購求一切生產母機及必需物料，以從事工業化。吾人須不計高價以求我之所無，更須不顧低價以拒我之所有。我國是否已做到此一步，試察近日進口貨物種類及所徵稅率，卽可了然。是故，若云我國資源資本兩感缺乏，毋寧謂天賦資源既未開發，人工資源亦未探求，而一切資本更未向建國一目標作總動員耳。我國以往偏重輕工業，至重工業及基本化學工業則屬僅聞。夫基本重工業關係國家命脈至深且鉅，蓋如人身之脊骨，人無脊骨將何以立，國無重工業，將何以存。輕工業無論發展至若何程度，若無重工業爲之本，終仍依賴他人，而不能作根本解決，一國家之獨立殊有賴重工業及基本化學工業實質與量

兩方之發展也。炭化鈣工業爲基本化學工業之一，吾人從事斯業多年，於其前途及其重要性，認識較清，體會較切，故作斯篇，述其概況，至於製造技術，擬於異日另撰技術篇論之。海內鴻達，幸垂教焉。

中華民國三十五年四月一日孫師白序於上海。

炭化鈣工業概論目次

序

第一章 電氣化學工業範疇

第二章 電化工業與國家經濟及資源

第三章 炭化鈣工業

第一節 原料

第二節 製造程序及設備

第一項 程序

第二項 用料

第三項 用電

第四項 我國炭化鈣品質規定之建議

第五項 設備

第六項 成本

第三節 用途

一
一
五
九
一一
一三
一四
一六
一七
一九
三一
三三
三五

第一項	乙炔之光，熱，及熱力之應用	三六
第二項	人工肥料氮石灰及氨	四〇
第三項	乙醛工業	四五
第四項	乙炔與有機酸	四七
第五項	乙炔與有機溶媒	四九
第六項	酒精，染料及藥品	五〇
第七項	合成樹脂	五二
第八項	合成橡膠	五六
第九項	合成纖維	五八
第四章	我國炭化鈣生產狀況及未來需量估計與計畫	六四
第一節	生產狀況	六四
第二節	未來需量估計	六六
第三節	計畫原則	七二
附篇	華中石灰工業概況	八一

炭化鈣工業概論

第一章 電氣化學工業範疇

何謂電氣化學工業？苟欲明其定義，非先釋明化學工業定義蓋不能了然。夫由棉花經紡織等工程以成棉布，及由鋼鐵經旋鑽沖鉋等工事以成機械，其製成品之棉布機械與原料之棉花鋼鐵之間，形態雖迥殊，本質固未異也。若夫自鹽以製鹼，自煤膏以製染料，其原料與成品之間，不惟審其形態顯示不同，究其本質亦呈根本變化。吾人習見之鹼，絕未有一點食鹽性格，而五色斑斕之染料，更不留絲毫煤膏之跡象。蓋在製造過程中，原料早經化學變化，失其本性，衍為異物矣。凡此類製造工業，其中須經過化學變化者謂之化學工業。若化學工業在過程中，其化學變化復與電氣發生關係，或放出電能，或吸收電能，則此類工業又謂之電氣化學工業。定義既明，可進而窺其藩籬，涉其範疇。

電氣化學有二種截然不同之電化變化。第一種乃自化學變化發生電能，而向外方發放。第二種乃自外方吸收電能，促生化學變化，亦如化學變化中放熱與吸熱之二大分野。此二種電化變化應用於工業上，蔚為電化工業之大觀。茲列一表，並略加界說，以示其概。

第一種 放出電能電化變化之應用

(一) 電池工業 乾電池及蓄電池製造屬於此類工業。乾電池製造規模雖亦甚大，然自電化工業全面觀之，此等電池工業所佔範圍至狹，似非重要。其在工業苑中獨展奇葩者，當推下述之電熱工業。

第二種 吸收電能電化變化之應用

(一) 電解工業 當電流通過可導電之溶液時，致此溶液與浸在此溶液內之電極，同時或不同時發生化學變化之一過程，謂之電解。利用電解，可使溶液分解成爲所自組織之原素或化合物，可使浸入溶液內之電極被覆一種與本身相異之原素。此術已廣泛應用於製煉原料或改造製品，成爲一門工業，謂之電解工業，列舉數類如下。

(甲) 水溶液之電解 例如由水之電解，可得純氫氣之原素。合成氨製造中氫之取給，即採用此方。又如由氯化鈉（即食鹽）氯化鉀等之電解，可得氯氣，苛性鈉，氯酸鉀等，而爲漂白粉，燒碱，火柴，火藥，等工業原料。

(乙) 熔融鹽之電解 鹽類在熔融狀態，亦可施以電解法，將鹽中原素游離析出。輕金屬之鋁及鎂製煉，即應用此術，現已完全工業化。

(丙) 電鍍工業

(丁) 金屬之電解精煉 自普通方法冶鍊之金屬，多含有夾雜物，然可用電解方法重加

精煉。如由熔鑛爐所出之生銅，多用電解法精提，可得純度甚高之銅。其他金屬如金，銀，鉛，錫等之精煉，亦皆採用此方法。

(二) 電熱工業 現在可資應用之高熱，惟有得自電弧所放射之熱，溫度恆逾攝氏三千度，多種工業化合物均需賴此非常高溫始能製造，炭化鈣即其一例。利用此種電弧以及電阻所生之熱能，從事製造各種工業原料，已成爲一門工業，謂之電熱工業。茲列舉數類如下：

(甲) 電石工業 詳後。

(乙) 氮石灰工業 卽人造肥料詳後。

(丙) 鐵合金製造工業 鐵合金乃鐵與其他金屬之化合物，用電弧熱製成者。最主要者爲矽鐵合金及錳鐵合金，恆用作還元劑，而大量用於鑄鐵，鑄鋼，鍊鋼等作業中，其每年消耗量實不啻一國鋼鐵年產量之指數也。此二種合金以及鎳、鉻、鎢、鉛、鈳、鈹、鈦等合金，皆直接代替簡單金屬，製成適應種種用途之特殊鋼，而使此業增加其重要性焉。

(丁) 電氣鍊鋼製造工業 在平爐，轉爐，坩堝，電爐四種鍊鋼法之中，以電氣煉鋼法最新，佔無可比擬之重要地位。不但操作簡易，調節自如，而且所出之鋼，品質尤爲精良，昔日有所難者，今皆藉電鋼迎刃而解，故凡特殊鋼之製造皆賴電鋼矣。

(戊) 人造黑鉛工業 人造黑鉛以無煙煤爲原料，用電阻熱製成，用途大半爲製造電極之用，故亦稱電極工業，電極爲電化工業不可或缺之消耗材料，故每隨電化事業之發展而增

其需要焉。

(己)人造花崗石工業 人造花崗石乃矽炭化合物，用電阻熱製成。用途爲製造研磨劑及最佳之耐酸耐火之磚料。復爲建築物料，將來亦頗堪注目。

(庚)電氣製磷工業 以骨灰矽石與炭爲原料，用電阻熱行蒸餾法，較之老法，不但出產量增高，而且出品品質純淨。現多用電氣法製磷。我國火柴原料用磷向來仰仗舶來，戰後極應改變此依賴政策。

(辛)合成硝酸工業 上述各門工業中所用電爐之電壓，恒在三十伏與一百伏之間。若將電壓增高至五千伏以上，卽見電花放電現象，電花所發生之熱，能將空氣中之氧與氮化合物氧化氮，此氧化氮經冷卻後，以水吸收之卽成硝酸。再以石灰中和，又得肥料硝酸石灰。自空氣製硝酸法，乃晚近三十年之事。其後轉向採用合成氮之氧化法，因用電遠較本法節省也。

上述電化工業之範疇，絕未詳列盡舉，僅示其犖犖大者，實則各種材料之研究，兼關電氣與化學者，尤不勝枚舉也。近代合成物研究之風大盛，有征服自然之概。是以電化範疇將日益推廣，而電化工業在近代工業上所佔地位將隨時代推進日益重要矣。願申論之。

第二章 電化工業與國家經濟及資源

上古人民，穴居野處，茹毛飲血，其公敵只限洪水猛獸，其生存條件與所依賴之經濟範圍，至為簡單，至為狹隘。洎乎工業革命以後，二百年來以迄今日，人民生存條件與所依賴之經濟範圍，頓形改觀，突臻複雜，愈益擴大。其複雜擴大之增進程度，始以年計，繼以月計，終或以日計矣。處於今日之世，一民族，一國家，非復足衣食便可閉關自守。蓋一時代有一時代之生活水準，一國家之人民生活，若距離此一水準過低，即表示生存於此時代之條件不備。欲求苟存，尚且不易，遑論獨立圖強。吾人不能想像一落伍國家可與一近代化國家兩相競雄。蓋帆船與鐵路，驛馬與電信，詎可兩相抗衡？此等時代落伍者斷難逃天演，終必受淘汰也。究其落伍原因，屬於先天方面者乃資源貧乏，無可開發以資適應生存條件。屬於後天方面者乃生產技術低能，不能有所發明，另闢新的資源以補天賦之不足。是故，一國家欲求生存，必須悉備生存於此一時代之諸般條件，易言之，必須近代化。而欲國家近代化，必須先使國家工業化，欲使國家工業化又必須擴大工業化所依賴之經濟範圍。擴大此種經濟範圍，吾人惟有兩條大道可資遵循，此外更無別徑。

一曰盡量開發天賦資源。

二曰研究探求人工資源。

因工業化所需要之資源種類，將隨時代日益滋繁，上古石器時代，何能想像青銅器時代之鐘鐃鏗鏘，而青銅器時代，亦不能諳悉鐵器時代鐵之爲用。吾人在前末世紀，庸能夢及汽油與橡膠爲次一世紀資源中之新主宰？吾人殊不能想像一高度近代化國家，對於汽油與橡皮之可一日或缺也。任何人不能想像及未來世紀需要何種資源。隨時代所需要之資源將日新月異，雖得天獨厚之國家亦難悉備俱全，地大物博如美國，尙且缺乏重要資源如橡膠，鎢砂，生絲等，餘國更不必論矣。是故，各國爲欲謀求資源經濟獨立，自給自足，一方面盡量開發天賦，使貨不棄於地，物盡資利用。一方面集中人材，作有計劃之研究，探求人工資源，以彌補天賦之不足。於此吾人誠應感謝科學家之不斷努力，予吾人以種種驚人之發明，真能巧奪天工，使吾人今後不復相信巧婦難爲無米之炊矣。其尤耳熟能詳者，如由空氣製硝酸，由煤膏製染料，由甜菜製砂糖，由石炭酸製人造絲，由電石製橡膠等。此輩發明家爲其祖國創闢新資源，謀國防經濟獨立，豐功偉績，遠邁馳騁戰場之勇士也。是故，一後進貧困國家，應如何蒐羅人才，獎勵研究，作探求新資源之通盤計劃，以謀死中求生，無中生有。

然則開闢新資源，將何由而致之？曰端賴化學工業昌明與夫電化工業發達有以致之。

吾人試一檢近代合成物之發明，若究其發明跡象，攷其製造過程，則泰半涉及化工範圍，而假手電工使之工業化。故電化工業實不啻開闢資源一根幻術魔杖耳。吾人不必廣徵博引

，僅就今茲所列舉電化工業範疇論之，亦可略窺梗概矣。

例如氮氣，吾人皆知爲製火藥及肥料不可或缺之原料，三十年前德國氮素之取給，悉賴進口之智利硝，後因戰事，失其依恃，頓使火藥製造一時懸於危殆之境。然智慧過人之化學家，回天有術，已能用電花方法，將空氣中之氮素加以固定，由之得合成硝酸。復用化學方法，使空氣之氮素與水中之氫素化合得合成氨，再轉製硝酸。且空氣中之氮素與水中之氫素固用之不盡，取之不竭。相反，智利硝之地層則有時而盡。故此種工業之化合成物，不覺一躍而爲時代寵兒，當其呱呱墜地之日，亦卽智利硝奄奄一息之時矣。

又如橡膠，因囿於地域，限於氣候，吾人勢不能移植南洋橡樹於北緯諸國。然北緯諸國，初不因無橡膠而斬其用，於是焦思積慮之化學家，不得不於試驗室中尋求橡膠。孜孜矻矻，日夜研求，終能發明各種人造橡膠。其基本原料，乃石灰石與煤，其中所用加工材料，亦無一非普通經見之原料。此等人造橡膠，經不斷改良，已使品質臻於佳境，媲美天然橡膠，而可從事大量生產，南洋橡園從此風光日減矣。

又如涉及電化範圍之電氣鍊鋼，爲晚近最重要工業之一。吾常謂若以金屬論時代，上古有青銅器時代，鐵器時代，吾人今日所處之時代，可謂合金器時代也。試舉各種機器以至日用品所用之金屬，若加以分析，蓋無一非合金也。此種合金術，實則遠在二千五百年前，我國已有典籍記載，詳見攷工記，近代國家復明而昌之。利用電熱，由二種或多種金屬，在質

與量多方配合之下，可鍊成種種品質更高適合種種特殊用途之新金屬。故有所謂耐蝕合金，耐熱合金，耐酸合金。而重合金中之特殊鋼與輕合金中之鋁鋼尤負工業上之重役。類如不銹鋼乃鉻鐵合金，工具鋼乃錳鐵合金，電機用鋼乃矽鐵合金，汽車用鋼乃鈳鐵合金，裝甲用鋼乃鎳，鉻，鉬等鐵合金。而鋁鋼乃銅，錳，鎂，鋁之合金，質輕而堅韌，航空工業所由賴也。由於合金方法，着着成功，不惟新用途之金屬層出不窮，更因而改良用料效率，使昨日用鋼料一噸者，今日半噸足矣，因收節約宏效，裨益貧國，尤非淺鮮也。或謂次一世紀爲鎂，鋁時代，若然，則從事大量提煉此劃時代之輕金屬，更有待電解工業之昌明矣。

上舉三例，已足顯示電化工業爲開闢資源之一條康莊大道。假手於電氣化學之魔杖，吾人能使一貧乏國家，就僅有資源，轉變多種不可強得之資源，使無的國家變爲有的國家，使一國家國防資源獨立，經濟生命圈擴大，使吾人生存於此一時代之條件，悉備俱全。於此，吾人能明乎電化事業之重要性矣。

環顧我國電化工業如何？戰前有永利，天源，天利諸廠，初具規模，旋復受損於戰。內地新興各廠，爲時甚暫，一切尙在萌芽。故吾輩終身從事於電化事業者，在今後十年，應如何呼號提倡，努力爲電化工業奠定一堅不可拔之基礎耶？

第三章 炭化鈣工業

何謂炭化鈣？是乃一種化學化合物也。學名二炭化鈣，(Calcium Carbide)含有兩個炭原子，一個鈣原子。其堅如石，用電製成，俗名電石，蓋亦不失命名之本意。遇水發熱生氣，俗名電石氣，學名乙炔 (Acetylene)，乃含有兩個炭原子兩個氫原子之化合物。電石製造，乃屬於電熱化學工業門，為近代基本重工業之一。自其發明以迄今日，雖有五十二年歷史，然其見知於世，躋列重工業之門，則為晚近十二年之事。良以晚近合成物製造風起雲湧，對於有機化學原料需要日殷，而電石衍生物之乙炔，又適為有機化學原料之一大宗也。今將此一新工業之全貌，加以概略介紹，對於製造本末以及應用各途，盡量闡明例釋，依次敘述，務使讀者得一較深刻之認識，但涉及技術範圍者不具論。

乙炔氣體遠在一八三六年即經戴衛氏 (E. Davy) 發現，然乙炔之能從事工業上大量製造，則始自四十餘年後威爾遜氏之發現電石也。一八九二年加拿大化學家威爾遜氏 (T. L. Wilson) 於試用電爐製金屬鈣中偶然發現炭化鈣簡便製造法，即以電熱加於石灰與炭即製成電石。梁當時致書英國格拉斯哥大學加爾文氏 (Lord. Kelvin) 有云：

余不勝喜悅，謹將余於電爐中所製成之炭化鈣奉呈台覽，此乃氧化鈣（按即石灰）為炭所還元，即其所含氧已為炭所代易。此新化合物與氧氣化合力亟強，故能直接將水分解，使所游離之氫與炭化合（按即乙炔）……此間學者對此已引起莫大興趣，至希閣下重加注意是幸。……

一八九四年法人莫桑（H. Moissan）單獨地，同樣地，發現此法。一八九五年商用製造電石電爐，首次在英國梨茲（Leeds）地方創設，遂開斯業之先河。然當時用途較為狹隘，僅限點燈及少量化學應用而已。在供求懸殊之下，釀成生產過剩之經濟恐慌，廠家多有改業或停頓者。幸德人佛蘭克氏（A. Frank）及卡祿氏（N. Caro）於一八九九年發明自電石製造氮石灰，氮石灰為一種人造肥料及製氮另一種原料，頓為電石關一大量用途，而斯業頹勢賴以挽回。隨十九世紀開始，電石工業亦開始其新生命，科學家種種征服自然之發明，多有賴電石以竟其功者。故今後電石工業無復荆棘滿途，觀夫世界產量之與年俱增，當知此言之不謬也。

世界電石產量表（單位噸）

國別	一九一〇年	一九一八年	一九二六年
美國	五〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一一〇〇〇〇
加拿大	一一〇〇〇	二〇〇〇〇	一二〇〇〇
法國	三二〇〇〇	四〇〇〇〇	一一五〇〇〇
德國	七〇〇〇	三〇〇〇〇〇	四〇〇〇〇〇

挪威	五二〇〇〇	五〇〇〇〇	六〇〇〇〇
瑞典	五二〇〇〇	五〇〇〇〇	四三〇〇〇
意大利	二八〇〇〇	五〇〇〇〇	六二〇〇〇
日本	一一〇〇〇	五〇〇〇〇	四〇〇〇〇
其他	七六五〇〇	一三四〇〇〇	一〇二〇〇〇
總計	一一五八七〇〇	八〇〇〇〇〇	一〇七二〇〇〇

上表所示僅至一九二六年。一九三〇年世界產量已逾一百五十萬噸。自該年至今日，十五年間，世界產量估計常增加二倍以上。試觀日本一國出產，在一九三〇年僅爲六萬噸，而一九三六年即增至三十萬噸，約增五倍。由此推測世界年產量在三百萬噸以上，當非過高。一九四三年德國出產最多，約一百卅萬噸。

世界最大電石輸出國爲挪威，一九二六年共輸出三萬噸，其次爲加拿大二萬噸，法國一萬八千噸，德國一萬噸。挪威利用水力製造廉價之電石，本國並不需要，多數輸出外國。德國需要最殷，故早年尚有輸出以獲取外匯，後亦中止。再次日本需要亦大，所耗於製造電石方面之電量，約佔全國電量百分之五以上，有七十萬噸產量之設備。此或因日德兩國天然資源貧乏，有待合成物爲之彌補，故不得不乞靈於此種原料耳。

第一節 原料

製造電石原料，不外下列三者：

一、木炭，無烟煤，或焦炭用作原料中炭素。

二、石墨或人造黑鉛用作電極中炭素。

三、石灰石用作原料中鈣素。

試覽上列各種原料，在吾國固用之不盡，取之不竭，無需乎外求，此所以為適合我國國情之工業也。今從質量兩方略論原料對於製造過程及出品品質之關係。採用原料須要：

一、所含固定炭份量，務求其高，以增加生產效率。

二、所含發揮物份量，務求其低，以減少電極之消耗。

三、所含夾雜物份量，務求其微，以求提高出品品質及避免製造上困難。

四、所含水份務求其少，以減少熱力之浪費。

茲再分別論之如次：

木炭 用木炭為原料，其最大優點在木炭所含灰份即夾雜物少，故出品品質純淨，且製造時較易處理。但缺點則為價昂及用料不經濟，因木炭只含百分六十炭素，且極輕脆，經搗碎成小塊入爐後，幾乎甚多散為粉屑，不能作用矣。而含氧過高，致多耗電極，應知電極為原料中最貴者。且木炭所製之品，化氣過速，殊不相宜，故今日稍大之電爐已絕對摒棄木炭不用，僅五百瓩以下之電爐，為求處理較易，間或採用。若欲發展電石工業，對此一原料，似無考慮之必要，否則，可討論之點極夥也。

無烟煤 無烟煤含炭素在百分之八九十之間，含灰分在百分之五以下，水分甚少，此為最大優點。但因質地密緻，難起化學反應，故在小爐，不易消化，致使出品夾生，非參用木炭不可。但大爐則無困難，故今日大電石廠悉採用無烟煤或焦炭為原料矣。

焦炭 焦炭為鑄鐵所必需之原料，蓋為週知之事。焦炭用為製造電石原料，有二大缺點，含水份多及含灰份高也。含水份多則驅逐水份將多耗熱量，焦炭含水份之多可多至百分之二以上。焦炭含灰份即夾雜物之量，恒在百分之七以上。我國最好之中興焦炭亦含百分十五之灰份也。焦炭含灰份如是之高，驟視之似不能作為原料之用，然含灰份高至百分十五以上之焦炭所出電石亦並不過劣。各原料所含夾雜物，對於製造上以及出品品質上所生影響雖同，然各原料所含夾雜物總量之多寡，却非照比例發生影響。茲舉一例，如無烟煤含砂砂三分亦可引起不良結果，然焦炭含量較三分為高亦不發生若何困難。又如用含砂砂量較高之石灰石，亦不能因用砂砂量甚低之無烟煤而改善其效果，當於下節闡明此理。用焦炭為原料亦有二優點，即電極消耗較少及易起化學反應是也。此因焦炭含發揮物較少，故消耗電極亦少，較無烟煤少消耗三分之一。焦炭品質恒因所取原煤而異，而洗炭關係亦大，粘結性無關，灰份最關重要。

石灰石 原料所用石灰，多係自採自燒。除非小廠，決無自市上購買之理。石灰石經燃燒，遂出二氧化碳而得石灰。適宜於製造電石之石灰石品質，恒含有百分九十八碳酸鈣，千

分之五氧化鎂，千分之五氧化鋁及鐵，萬分之一磷酸，百分之一矽砂。大約每二担石灰石可燒成一担石灰。然一担石灰所含之主要夾雜物，恒含有兩担石灰石所含之量，因在燃燒過程中，未必能將此種夾雜物悉數逐除耳。

夾雜物 所謂夾雜物者，乃煤炭所含炭素以外之物及石灰石所含石灰以外之物也。其中主要者，有砒，磷，硫之化合物，鎂，鋁，鐵，矽之氧化物。實際上砒素極微少，可以置之不論，但果有砒素存在，則可能以氧化砒之毒氣出現於電石化氣時，故列爲禁例。夾雜物之爲害，不一而足。其影響所及，可使製造過程中工作不順，可減低出產效率，可影響出品品質，致電石於化氣時引起大小困難及災害等等是也。電石所生之乙炔氣體，本無臭味，然而其臭竟不可響邇何也？此蓋乙炔氣已含有由夾雜物所產生之種種臭味氣體，如硫化氫，阿母尼亞，磷化三氫，沼氣等等，而磷化三氫且爲毒氣，向例禁止超過萬分之五之含量。對於夾雜物所生種種影響，作質量之研究乃一極有興趣之事，但因過涉技術繁奧，茲不具論。只需對於夾雜物在原料中分佈狀況，及所予幾種顯著影響，能得一概念，斯亦足矣。

試取數種無烟煤之灰份分析之，將其中化合物含量平均之，示如下表，則可考察夾雜物在煤中所佔份量之順位。

無烟煤灰份分析表（百分率）

砂砂	鉛砂	鐵砂	鑛砂	石灰	磷
五〇	三〇	一〇	三十四	二一三	〇・五〇・七

觀上表，可知砂，鉛，鐵之氧化物，約佔灰份百分九十以上，鎂與鈣之氧化物約佔百分之五，磷則更微少。硫未列入灰份分析表，但列在煤大樣分析表中，約佔千分之八左右。

我國山西陽泉無烟煤，硫含量約佔千分之八上下，而河南焦作煤更少，僅佔千分之四左右。焦炭灰份悉在百分之七以上，甚至百分之廿。夾雜物相對含量，因煉焦時，所取原煤品質不同而互異。普通當以鑄品用焦炭為最佳。今取焦炭灰份分析表二例以示各夾雜物之分佈狀況。

焦炭灰份分析表（百分率）

鑄品用焦	砂砂	鉛砂	鐵砂	石灰	鑛砂	未定
製鐵用焦	五五・六	三〇・七	六・七	二・七	〇・三	四・〇
	五一・〇	三一・〇	六・五	六・〇	一・三	四・〇

其分佈狀況亦略如無烟煤。但鎂砂較石灰為少。焦炭所含之硫普通不過千分之四至千分之八。不過焦炭有時含氧化鐵在百分之二以上也。

石灰石夾雜物之含量，尤無規律，各礦更可產生不同品質之石灰石。今示一例如次表：

石灰石分析表（百分率）

碳酸鈣	砂砂	鎂砂	鉛砂	磷
九八・九九・四	〇・三三・一	二六〇・〇六一	・五〇〇・〇八一	〇・四四〇・〇三一
	〇・〇〇・〇〇	〇・〇〇・〇〇	〇・〇〇・〇〇	〇・〇〇・〇〇

較優之石灰石含硫極少，故可不加重視。

分佈狀況略如上述，今將夾雜物所生影響，個別論之如次：

矽砂（即二氧化矽） 少量矽砂，對於製造工作，不但無害，而且可使工作愈加順利。蓋矽砂能使原料熔點降低，因之電力效率增高，產量隨之加多。並能使溶化之電石，富於流動性，增加工作便利不少。但矽砂與鎂砂含量過多，可影響出品品質，使化氣不足。更或化氣過速，發生局部高熱，使乙炔原子重合，因產生他種障礙物，使乙炔發生器之出氣管堵塞不通，最爲用戶所不滿。故石灰石所含矽砂不可超過百分之二或百分之三。前言焦炭含矽較多而無害者，但不可與無烟煤，石灰石混爲一談。此因焦炭含鐵較多，與矽砂化爲矽鐵合金，與工作品質兩無障礙。然石灰石則不然，因無多量之鐵足與矽相化合也。

鎂砂（氧化鎂） 鎂砂可予工作以困難，化學家類能言之成理。過多鎂砂能使電力效率降低，出產減量，凝結鎔融，一切影響恰與矽相反。故鎂砂最好不超過百分之一含量也。

鋁砂（即三氧化二鋁） 鋁砂所生不良影響，頗與鎂砂相同，僅有程度上之差別而已。幸石灰石含鋁砂本即微少，雖含鎂甚多之石灰，亦不見有多量之鋁也。鋁及鎂同有在化氣時，發生氮氣之可能，因鎂及鋁可與爐氣中之氮氣化合爲氮化物，遇水即成氨。

鐵砂（即氧化鐵） 鐵與矽化合爲矽鐵合金，於工作品質，可無害處，但製成此物，須耗用一部分不必要之電力，乃一弱點耳。矽鐵合金因比重較大，故沈積爐底，常隨溶化之電

石流出而剛雜其中。若一旦爲用戶於電石滓中發現，則甚難叢生，雖所用之品質，化氣程度已十足符合規定，亦不加細究。反之，若所用含有達十倍以上之夾生石灰，可使化氣程度，遠在規定以下，用戶亦茫無所知，僅見餘滓呈一色白色而欣然滿意，殊不知石灰與餘滓同屬一物，何由辨其夾雜？因用戶之缺乏常識，廠家乃受此不公平之裁判，用戶之不公平裁判，真可使廠家氣沮也。

硫與磷 煤炭中硫之含量，或多或少，並無若何影響。據試驗，煤炭含有百分之二·一硫，能於乙炔中發生千分之一·九硫化氫。然含有百分之〇·八二硫，乙炔中亦呈千分之一·四硫化氫之含量，可證斯言。硫化物鎔點甚低，多有在電爐中即遭蒸發者，然有一部分屢入電石，遇水發生硫化氫，或其他易於發揮之硫化物，因使乙炔發生器之出器管杜塞不通，故規定乙炔氣中之硫化氫容量，不得超過千分之十五。普通好煤含硫皆在千分之八以下，故無礙。

磷之爲患不在影響工作及品質，乃在乙炔發生時以三氧化磷出現，此物乃是大毒之氣，故各國規定乙炔氣中此物之含量不得超過萬分之五。優良無烟煤所含之夾雜物除磷外皆爲害不烈，故用無烟煤爲原料時須注意其磷之含量，其含量絕不可超過萬分之四，過此雖用極優良之石灰亦難乎爲功。廠家多有注意石灰之磷含量，而於煤炭中之磷含量則忽視之，以爲煤中之磷可經蒸發以除之，其實不然，大部分煤中之磷皆可屢入電石也。無烟煤所含之磷，其

分佈至不均勻，試驗時取樣若不週到，則分析所示之量即不可靠。故用此種煤爲原料時，務以用較優良之石灰石爲宜。原則上煤炭及石灰所含之磷，其總和之量若不超過萬分之五，即無大患，此與前者所言矽砂須注意煤炭及石灰個別含量之情形稍有不同。然有時煤含磷達萬分之五以上而不影響品質何也，此因分析所示磷量不確。欲求準確，必須使所欲試之煤樣採自千噸之煤，再行分析。

原料之品質及夾雜物所予工作上及電石品質上各種影響既略如所論，茲進述我國原料質量兩方面情況如後。

夫製造電石原料，誠爲煤炭及石灰二者，而我國煤之埋藏量且佔世界第四位，石灰礦亦遍佈各地，宜乎原料取給自如矣，然讀過本節所論，則知此種原料，既囿於種類，復受夾雜物之影響，非可俯拾即是也。不過可用爲原料之山西陽泉無煙煤一種，其埋藏量據估計已達一千萬噸以上，而焦炭既開原料之門，則取給不致於過受地域之限制矣，故電石原料絕不慮匱乏，惟須慎爲選擇耳。

我國各種煤之總理藏量雖佔世界第四位，然無煙煤藏量却佔第一位，此誠幸事也。因無煙煤不僅爲製造電石工業原料而已。

顧我國無煙煤之用途百分之九十以上用爲燃料，其用爲化學原料者，實僅見蘇州，千里迢迢自安南運來鴻基同得利極優之無煙煤，亦無非化作炊煙而已。

茲先將我國無烟煤之埋藏量列表如次：

中國無烟煤埋藏量（單位：百萬噸）

山西	三六四七一（七九%）	河南	四四五五（九·六%）
湖南	一〇四三（二·三%）	河北	九八一（二·一%）
貴州	七七四（一·六七%）	陝西	七五〇（一·六四%）
福建	二九一（〇·六三%）	江西	二一六（〇·四七%）
東四省	一九七（〇·四三%）	其他	八〇九（一·七〇%）
總計	四五九八七（一〇〇%）		

我國煤之年產量，以省別河北省佔首位，若包括東北諸省在內，則年產量至少在二千四百萬噸以上。查海關報告，復知煤之輸出與輸入量幾相埒，故全國煤之消耗量亦即在二千五百萬噸左右。其中無烟煤之消耗約佔三四成。

民國廿三年全國煤量消耗分析表

用途	消耗數量	百分率
一、家庭用	一三六七八〇〇〇噸	五〇·〇
二、製造及電力用	六〇〇〇〇〇噸	二二·〇
三、鐵道用	三三七六〇〇〇噸	一一·三
四、礦業及製煉用	三二〇〇〇〇噸	一一·七
五、汽船用	一一〇〇〇〇噸	四·〇

上表數量包括東北各省在內，但第二及第五二項，東北各省數量未詳，故不包括，東北各省航運本少，無關輕重，而第二項內大部消耗為電力廠，而東北各省素來致力開發水力電，至製造廠用煤，揆諸當年日人侵佔未久，工業尙未發達，煤量想亦無巨額消耗，故此項數量多加三四成，雖不中亦不遠矣。準此可得該年一較切實之消耗量。家庭用煤多為無煙煤，若作七成計，則每年消耗無煙煤將近一千萬噸也。以後煤量消耗之增進，交通及電力是其大宗。如化工全面發展，則煤工業將隨之以興，因之增加煤消耗量，惟電石所需之無煙煤，佔全消耗量中之百分率甚少耳。

今再論我國無煙煤之品質，驗其是否可符合製造電石之用，按上海一口每年進口之安南鴻基及同得利無煙煤，恒達四五十萬噸以上。此等品質極佳之煤，亦不過供富室冬日取暖之用而已。我國無煙煤不乏品質優良者，其業經開發者，當以山西陽泉為個中翹楚。他處如河北之齋堂紅煤，湖南宜章之漿水無煙煤等等，煤質均佳，惜或因運輸不便，或因土法開採，尙不能適應工業上大量需要。吾前已言此種無煙煤應用於化工出發原料者，蓋百無一見。故其成績報告亦因之缺乏。然從其分析所示，實多有符合技術性之需要者。最近山西陽泉無煙煤已經上海電化廠家採用為製造電石之原料，蓋開其端矣。實績昭示，可以代替安南煤，并無多大軒輊。

山西陽泉煤 陽泉煤礦，位置距石太鐵路陽泉站西七八公里，爲山西保晉礦務公司所辦，軋立甚久。礦區面積一六六八四一四七平方公尺，埋藏量據估計約一一三三六八七七〇噸。煤質屬無烟種，質地堅密，呈光澤，桃河北岸較南岸爲佳，比重一·三〇，質地不較安南煤爲劣。年產量約七八十萬噸以上。煤質分析詳下表。距陽泉不遠有壽陽西山煤礦，亦無烟煤，煤質較遜。

河南焦作煤 焦作煤礦位置在河南焦作鎮，距道清鐵路甚近，原爲英商福公司及華商中原公司合辦，創立甚久，埋藏量約六億九千萬噸，煤質屬無烟種，雖不較陽泉煤光澤堅密，然含硫甚少，以西部王封憑心區爲佳。煤質分析詳下表。

河北門頭溝煤 煤礦位沿平綏路距北京西一站之遙，爲中英合辦，煤質遠遜陽泉，參差須選擇，但河北齋堂之紅煤煤質極佳。

山東淄川博山一帶亦產無烟煤，但用作原料須加選擇。

湖南宜章之梅田及漿水所產乃無烟種。漿水煤質爲湘省之冠，含有固定炭百分九十二以上，硫百分之一，磷百萬分之七。惜未大量開採，將來在湖南設電石廠，須注意此礦之開採。宜章位粵漢路湘省境南端，距衡陽約四五百公里。湘鄉永興亦有無烟煤，距衡陽更近。

無烟煤分析表（百分率）

地 名 煤層名 水 分 發 揮 物 固 定 炭 灰 分 硫

河北門頭溝	塊煤	五·三〇	七·九五	八二·三〇	四·四五	〇·一一
河北齋堂	紅煤塊	三·九八	二·四六	八七·七〇	五·八六	—
山東淄川	下層九行	〇·六〇	一一·二〇	八六·一五	二·〇五	一·七九
山西陽泉	先生溝	一·七八	一〇·九五	八二·六八	四·五九	〇·八四
同 上	簡子溝	〇·四六	七·二三	八五·八〇	五·六二	〇·八九
同 上	燕子溝	一·一四	八·四六	八六·八六	三·五六	〇·八九
同 上	陽泉鎮	一·六〇	五·四〇	八五·三〇	四·七〇	—
同 上	同 上	一·八〇	一〇·七六	八四·二八	三·二一	—
山西壽陽	梨林頭	二·七五	九·九五	八三·〇八	四·二二	〇·九二
河南焦作	玉 河	一·一〇	九·〇〇	八三·五〇	七·五〇	〇·三三
湖南永興		一·六九	六·〇七	八七·三一	五·〇四	〇·五五

觀上表，知我國業經開發之上質無烟煤礦並不多。我國地域遼濶，交通不便，故在運輸不便之所，不得不仰仗取給較使之焦炭。東北各省既寡無烟煤，惟有從事大規模煉焦，而煉焦工業乃鋼鐵業之輔業，煤炭乾餾本身亦為重要工業，故在東北各省煉焦誠一舉三得也。我國可資煉焦之煤甚多，山東中興新泰，河北正豐，江西萍鄉之煤皆可用。茲將各地焦炭炭質分析列表如次

焦炭炭質分析表（百分率）

地名	水分	發揮物	固定炭	灰份	硫
河北正豐	〇·三三	〇·七六	八八·九五	一四·二八	〇·四九
山東中興	三·七一	九·九一	七五·四九	一〇·八九	〇·四五
新太	二·〇〇	二·〇〇	八〇·九〇	一七·一〇	—
山東博山	〇·七〇	一·八五	八三·五三	一三·九二	〇·五四
河西洋鄉	〇·六四	—	八〇·九二	一八·二四	—
撫順鞍山	—	二·五八	八七·〇四	一一·三九	〇·八四

石灰石礦我國各地皆有，江南一帶尤不乏佳者，如南京附近，龍潭，宜興，嘉善，長興等。河北之唐山，湖北之大冶，湖南之湘潭株州常寧等處皆出石灰石。東北之本溪湖者質地不佳。

製造電極工繁料貴，故於電極不能不力求擷節。電極之消耗，因製電石所用原料而異，大約每千公斤電石之製造，若用木炭為原料時，將耗電極九十六公斤。用無烟煤時，將耗廿七公斤。用焦炭時，將耗十七公斤。大約用好焦炭較用無烟煤可省用電極三分之一。此因各原料之揮發物含量不一之故，含量愈高則消耗愈大也。電石爐所用電極分為兩種，一為非繼續的，一為繼續的，但用以製造之原料則一。主要成分為炭素，以石墨一種電極為最佳。天然石墨多不純潔，須加工精製，近來多利用無烟煤及焦炭所製之人造電極，法將煤炭搗碎成粉末，以瀝青為粘結料，用水力壓榨機壓成一定形式，再用溫火焙之。電極製造乃電石廠一

部份工作，較大電石廠決無自外間購置電極之理，故製造電極乃廠中工程師之一難課題耳。

第二節 製造程序及設備

第一項 程序

電石製造程序，原則上將煤炭與石灰，照比例配好，裝入電爐，通以電流，即發生大量熱能，因之石灰與炭素漸起反應，經數小時後，即可自爐中流出白熱化鎔體，經冷卻，即凝結成固體，色呈灰藍色或灰褐色，視成分而定，此即工業上所用之電石也。實際程序，將視爐之種類，而異其趣。此處所述乃近代活口式電石爐（Tapping Furnace），其工作可繼續不斷，舊日非繼續者，不加討論。茲分七步驟論之。

甲、生原料預備工作 將自外間所採辦之石灰石及煤炭，加以詳細化驗，認為合格，再將石灰石送入窰內燒成石灰，用搗碎機，碎至一寸大小之塊，同時將煤炭碎至一寸大小之塊。此指無烟煤而言，若用焦炭，塊應較大，而塊之大小，又視爐之大小而定。

乙、原料裝爐工作 分熱裝與冷裝。熱裝須先將原料送入預熱爐預熱之，惟吾人僉認預熱為非必要。冷裝則不經預熱手續，將搗碎之石灰與煤炭按比例配好調和均勻，運至爐頂，裝入爐上之漏斗內，再由此卸入爐中，但裝入法并非絕對一律，須視爐之種式及工作情形，隨時變更，以能管理電流分佈而收利用熱能之宏效為原則。

丙、通電工作 電爐內先鋪一層薄煤炭，再將原料堆積爐內，使上電極大部埋藏原料中，然

後通以電流，俟爐之底部物質鎔化時，再將電極逐漸提高。其高下程度，以保持其下端恒面臨鎔物之池為度。

丁、開爐工作 約五六小時以後，通開爐之下方活口，鎔化電石即自爐中流出。電石品質愈劣，則流出愈易，反之則呈稠結狀況。通開活口，須用輔助小電極，使所生弧熱可將堵塞活口之凝固電石厚層溶開。電石流出後，再源源裝入原料，每隔若干時開爐一次，依次進行。使爐中之物不空。

戊、冷卻工作 溶化之電石流入滿鑲火磚之鐵車中，運至他室，經冷卻，隨即過秤，并隨時化驗，以驗其品質合格與否，驗秤既畢，隨即搗碎過篩，使符合規定之大小塊，即可裝桶。

己、裝桶工作 電石經搗碎後宜迅速裝桶，防與空氣水分接觸風化。裝桶量分為二二·五公斤五十公斤一百公斤三種。如運出外洋，桶皮厚度規定〇·六釐，以防碎破。

庚、換接電極工作 電極不絕消耗，在非繼續式者，電極用畢即須掉換，繼續式者，更須隨時換接，換接電極之工作殊非易易，須一面在上層加接生電極，一面須不妨礙下段正在運用中之電極也。結續式電極上方有築電極小室。

以上七步驟工作，不但自電石出爐至裝桶之種種手術，務求敏捷，即自生原料之搗碎一步起至運送裝爐之一段路程，亦務求縮短，以減少不必要之損失。

第二項 用料

照理論，一分子石灰（五十六公分）加三分子炭（三十六公分）可製成一份子電石（六十四公分）及一分子一氧化炭（廿八公分）。準此則製一千公斤之純電石，需要八七五公斤純石灰及五六二公斤純炭。但實際上所需要之純炭及純石灰，往往多需百分十五以上何也，蓋此逾額之炭，乃受外界及煤中揮發物所含氧氣之突襲，化爲一氧化炭，與原來電石生成反應中所產生之一氧化碳，同在高溫時（一千度）自爐中逸散而去，至於逾額數量之石灰與少量之炭，則殘留於爐灰，並廁雜於電石之中。此種氣體及爐灰之產生，蓋無法避免，只能加意改善爐之設備以減少此種逾額耗耳。且此處所言乃純炭及純石灰，實際上所用煤炭石灰，多不純潔，含有夾雜物，其影響化氣固不待言，更因含量多寡，再比例地增加實際上所需煤炭及石灰之用量。大概製造一千公斤之電石，純度以百分八十七論，實際需要。

六百五十公斤煤或焦炭（含炭百分八十七）

二十二公斤炭素電極

九百五十公斤（石灰純度百分九十五）

今將電石爐灰及氣體之分析，列表於次，以示所含物分配狀況，不過此種分析，不但各廠各異，卽同廠亦時時或異也。

電石分析表（百分率）（三百公升以上品質）

純電石	炭素	石灰	砂	鐵	已定夾雜物	未定
八六·七	一·〇	九·七	一·二	一·一	〇·三	

爐中氣體分析表（百分率）

氧化炭	沼氣	氫氣	氫氣	氧化硫
八五·四一	〇·八三	一〇·四〇	一·四四	一·九二

爐灰分析表（百分率）

石灰石	石	灰	炭	氧化鋁	砂	砂	氧化鐵	其他
三六·四	三六·三	七·〇	八·〇	四·〇	六·〇	二·三		

第三項 用電

在室溫時，每一公斤純電石之製成，約需一六九〇大卡之熱量，即一·九七度電（一度電等於一瓩小時，從俗稱）。但此為理論用電量。實際非惟不能臻達，即圖接近亦非可能。因實際上自爐中流出之白熱鎔體電石，溫度恒介乎二千二百度至二千七百之間。品質愈純，溫度愈高。假定為二千七百度，則此鎔體電石所含之熱量，為每公斤八〇五大卡，即〇·九四度電也。此熱量完全散逸，永不能收復。是故，實際上製成一公斤電石所需要之熱能，為一六九〇加上八〇五共為二四九八大卡，即二·九一度電也。此可名為理想用電量，實際上雖亦難臻達，但可由改善設備，從而接近之。故可以理想用電量為基礎，用以比較生產效率

。即生產一千公斤純電石，用去二九一〇度電時，則效率為百分之百。如用電超過此量，則效率云低。實際效率約在百分六十左右，所以使效率降低者，乃由於下列各種能力損失有以致之也。

(一) 由於電極，導體，及導體接觸之電阻所生之電阻損失

(二) 由於電極，導體，爐底，及爐壁之熱傳導所生之熱量損失。

(三) 由於電極表面，爐上方及爐門之熱輻射所生之熱量損失。

(四) 由於爐中逸散之高溫氣體所生之熱量損失。

(五) 由於水份蒸發之熱量損失。

各種損失之多寡，並不一致，又視電爐之材料設計種式及容量而定。而此處所言電石乃純電石。若製造純度稍差之電石，則用電當然較少。實例所示一千瓩爐所產生百分八十七純度之電石，實用電四度，其理想用電量則為二·一八度，故效率為百分五十五。經分析此爐各種損失，以計核效率，頗相符合。今將各損失之百分率列表如此

(一) 電阻損失 百分之七·〇

(二) 傳導損失 百分十四·一

(三) 輻射損失 百分之九·九

共百分之二十四

(四) 逸氣損失 百分之五·七

(五) 蒸發損失 百分之三·八

總計 百分之四十

故效率應為百分之五十九。其中損失最大者為傳導及輻射。爐容量較大則效率亦較高。以上損失不包括變壓器損失。而電石產量，係以出爐未經搗碎者計之，搗碎裝桶更約損失百分之五。對此碎塊電石，若不能覓一出路，則年產量將遭百分之五之純損也。

第四項 我國炭化鈣品質規定之建議

一公斤之純電石在常溫常壓之下，約化氣三百四十九公升。而製造此種電石所需要之一種原料，炭素與石灰，其理論上之份量配合比例，應為三十六比五十六，或六十四比一百。配合比例若與此不符，則製成之電石，非富於炭素者即富於石灰者，兩種均能同樣地，比例地，減低品質之純度。活口式爐出產多為富於石灰質者。品質愈劣，易言之，即愈富於石灰，則其生產用電量亦愈省。良以電石生成熱，約大於石灰融解熱三倍也。例如一公斤只需二度電之電石，僅含有二成電石，餘八成悉為石灰。用同量電，產量少者當然品質較良，化氣較多。產量多者當然品質較劣，化氣較少。但總共之化氣量，則未必屬於前者，故自每一度電所生之乙炔氣量之經濟觀點而言，吾人不一定從事製造最純之電石為得策也。試一按下表即可明瞭。

電石化氣表

電石純度(百分率)	三三	五〇	六五	七七	八〇	八六	九九
每公斤化氣量(公升)	一一五	一七五	二二五	二七〇	二八〇	三〇〇	三四五
每度電每日電石產量(公斤)	一一·九	一〇·五	九·六	八·五	七·八	六·二	四·七
總共化氣量(公斤)	一三七〇	一八四〇	二一六〇	二三〇〇	二一八〇	一八六〇	一六三五
每度電化氣量(公升)	五七	七七	九〇	九六	九一	七七	六八

觀上表則知製造純度最高之電石並不經濟，即歐戰各國規定化氣三百公升之電石亦不見經濟。上表所示總化氣量最高者厥為純度稍次百分七十七之電石，每度電可化氣九十六公升之多，較之純度百分八十六者化氣量反多二成左右。是故，欲求生產同量乙炔氣時，純度百分七十七之電石製造者，較純度百分八十六製造者多生產百分十一電石。但多用百分十一原料，多要百分十一裝桶，少用百分二十四電量。若根據原料裝桶用電之增減率及當時物價電費，則可核算製造孰者為經濟矣。揆諸我國戰前薪工物價情形，電費約佔成本半數以上，當然以製造純度百分七十七者為經濟也。若電費以每度國幣三分計之，年產量相當化氣三億公升乙炔之電石，試將兩種製造成本列表比較如次：

我國兩種品質電石成本比較表(單位千元)

每公斤化氣量	電費	原料	裝桶	各費	總費
(一) 三百公升品	一三四·〇	二六·一	三〇·〇	五三·四	二四四·五
	(五五·〇%)	(一〇·九%)	(一三·四%)	(二一·七%)	一〇〇%
(二) 二七〇公升品	一〇八·〇	二九·〇	三三·三	五三·六	二二四·七
	(四九·七%)	(一一·九%)	(一四·八%)	(二三·六%)	一〇〇%

依上表，第二種較第一種成本約少百分之十。各費項下包括修理管理工資營業利息折舊等費。外國規定三百公升者，其主因在運輸出口及關稅均以噸位計算，而電費又較低廉，僅佔成本三分之一。顧我國情形則迥乎不同，十年之內電石自給尙慮不足，何能輸出，而電費暫時仍將佔成本甚大，故我國電石品質規定，當以二百七十公斤之化氣量者爲合宜也。

第五項 設備

電石廠設備，頗爲簡單，其最主要者爲電爐全部。附屬設備，亦不繁雜。惟設計電石廠者，需注意一事，卽自配合原料至運送裝爐，及自電石出爐至搗碎裝桶，其間，在工作時間上，務求其促暫，在運送距離上務求其短捷，蓋空氣中之水份爲乾石灰及電石惟一之勁敵，若於空氣中暴露過久，易招損失。而運送距離愈長，一切碎屑損失亦愈大。故如何精密計算及改善運送設備，使收敏捷工作之功效，蓋爲設計家不可忽略之事也。今將各部設備列表如下，僅於電爐略及其量與式之決定因子，於其他設備則祇舉其名。

(一) 預備原料設備

石灰窯

搗碎機

粉碎機，研磨機，調和機

水力壓榨機

(二) 製造設備

變壓器及開關台，調整器全部

電爐，電極把持器，吊車，自動調速器

出爐電極設備

(三) 裝桶設備

製桶廠

搗碎機，分塊器

(四) 運送原料等設備

(五) 試驗室

上述粉碎，研磨，調和等機器，及水力壓榨機，皆為製造電極之用，水壓機乃使已調和好之電極原料，壓成一段一段電極磚，以用於繼續式之電極中。電極佔原料成本甚大，前已言及，故如何製造經濟耐用之電極，乃為廠中工程師一重要任務也。廠量既定，然後可定電爐亦即變壓器之容量。大約小型爐每一坩每年產一·一噸左右，大型爐約一·三噸左右，指三百公升品質者言。大爐效率較高故產量較多。一爐之用，未必一年中日日使用，蓋須劃出一部分時間修理，此又視工作情形定其久暫。是故，年產一萬噸之電石廠，其電爐之容量至少須六千坩以上也。電爐當然採用繼續式一種，然有三相爐及單相爐之別，究以何者為優，

當曰各有千秋，以過涉技術問題，茲不詳論，大約單相工作較易，三相效率較高。現今大型爐多採用三相式者。爐型又有所謂封口式及不封口式二種。封口式即爐上口加以封被，使逸散之爐氣由出氣管洩導而出，再從而利用其所含之熱量，因爐氣含有多量一氧化碳。至於配合爐量所用之變壓器，則可用一只三相者，或三只單相者，或二只單相者用丁接法者均可。各有優點。至於裝桶，每年產量一萬噸之電石廠，需廿萬只桶之多。此種製桶之鐵皮多由外洋進口，故裝桶費在我國將佔成本甚大。大廠年產一萬噸以上者，極宜自設製桶廠以減輕製桶費用，使成本降低。

第六項 成本

成本之估計，須以當時物價爲歸依，際茲物價動盪之秋，若作成本估計，誠有千里之謬。各國成本各有不同，尤不可以甲國衡諸乙國，如挪威電力固甚便宜，其奈原料大量進口何。同國之成本，更因地域而小異，同地之成本，復因製造而不同。英國在第一次大戰前每噸成本鮮有在十三鎊以下者，然一水之隔大陸上則顯然較低不及十鎊。日本貨成本最便宜僅九十餘日元，乃水力充沛與工資低廉所由致也。今按戰前物價約略計算我國成本有如下表。

六千瓩電石廠成本估計表（據民國廿五年物價指數）

產量八千淨噸電石（三百公升品級）

電力費每度三分

1008000元（五六·三%）

石灰每噸六元 共四五二〇〇元
 硬煤每噸十五元 共七五六〇〇元
 電極每噸三百元 共七五六〇〇元

以上原料成本共計

一九六四〇〇元 (一一·〇%)

修理費及消費物料

八〇〇〇〇元 (四·五%)

管理營業費

一〇〇〇〇〇元 (五·六%)

工資

六〇〇〇〇元 (五·六%)

裝桶

二四〇〇〇〇元 (一三·四%)

以上工料成本總計

一七八九四〇〇元 (一〇〇%)

每噸工料成本計價

二百廿五元

上述電石品質系化氣三百公升者，若製造二百七十公升之品級者則成本可減至二百元以下。市上流通之電石，除極少優級美國貨外，餘皆日貨法貨為多，品質不過二百六七十公升。故我國製造適應一般需要之電石，二百七八十公升者品質足矣，則成本約二百元之譜。此價亦難與當時日貨相競，蓋日貨售價仍低於此也。今將民國廿七年廿八年海關進口電石及報價列表如次：

我國進口電石每噸海關報價表 (單位元)

廿七年份

進口三三三三噸

值八五三七六元

	日本	關東	法國	意國	德國	其他
佔進口百分率	四五·五	一二·六	三六·五	三·八	一·六	〇·一五
每噸進口報價	一三三	一四五	四七〇	三〇〇	三〇〇	四〇〇

廿八年份

進口五三五九噸

值一二五九七九八元

佔進口百分率	六六·〇	一九·二	一二·五	一·四	〇·〇一	一·八
每噸進口報價	二〇五	一六七	三二〇	一六六	四五六	四一〇

美國貨進口若干未詳，想因為量甚少併列入其他國項內矣。細察上表，則知我國成本雖在二百元亦難與日貨競爭，非採取關稅政策保護不可，惟今日日本潰敗百業不振一時難望恢復，我可把握時機為電石工業打一根基。

第三節 用途

電石發明，蓋有五十三年之歷史矣。最初用途，僅限燈火，自華廈明燈以迄江村漁火，靡不採用。至利用以焊接金屬，其法行之較晚。而電石之能大量應用於工業原料製造上，則自二十世紀之元年，德人發明人造肥料氮石灰時始也。電石遇水則生乙炔，乙炔由是法，自斯時可大量生產，脫離試驗室時代從而工業化。乙炔乃不飽和之炭氫化合物，極易與他物化合衍生，宜其為有機化合物之一宗。若以初發氫與之合，則得乙烯，乙烯又為有機化合物之一宗。得天獨厚之美國，石油產業發達，因之可得豐富之乙烯。至若貧國，則不得不仰賴合成之一途。乙炔合水則生乙醛，由是而之焉，得酒精，醋酸，脫水醋酸，木酮，丁醇以及種

種有機物，復衍爲種種工業原料，以適應種種近代生活需求之製品，誠乎筆不勝書也。十餘年來 Staudinger, Carothers 諸氏，埋首研究有機物之高分子量聚合物 (polymer)，成績昭著，遂使合成樹脂，合成橡膠，合成纖維，躍登近代工業舞台，大顯身手，博得不絕喝采，苟諦審個中主角，又孰者非電石。近代合成物之發明，方興未艾，亦即電石用途將層出不窮也。今舉其用途，粗列綱目如次，復逐略加界說解釋，以示其概焉。

甲、光，熱，熱力之應用，及高級內燃機燃料。

乙、強力還元劑及脫水劑。

丙、人造肥料氮石灰及其衍生物氨，尿素，尿素樹脂。

丁、乙醛及其衍生物。

戊、有機酸。

己、有機溶媒，塗料，橡膠製造用劑。

庚、酒精，染料，藥品。

辛、合成橡膠。

壬、合成樹脂及其製品，電氣絕緣物料，建築物料，代金屬機件，及日用物製品等。

癸、合成纖維及其製品，人造絲，棉，毛，皮革，及不燃性軟片等。

第一項 乙炔之光，熱，及熱力之應用

乙炔乃無色而有醚香之氣體，然而呈特臭者，乃因含有夾雜氣體之故也。通常乙炔成份分析約如次表。

乙炔成份分析表（百分率）

乙炔	九九·六〇	氧	〇·一〇	氮	〇·一〇	氫	〇·〇六
硫化氫	〇·一〇	磷化氫	〇·〇五	氫	痕跡	二氧化碳	〇·二〇
一氧化碳	〇·一〇	甲烷	〇·〇四	矽化矽	〇·〇一		

乙炔沸點零下八十四度，燃性猛烈，其本身起分解時，發生大量熱，恆可引起爆炸，但此種爆炸原因，又與壓力，溫度，及其分解熱發散速度三者，有至切關係。超過兩個氣壓，即可引起爆炸，若能將溫度減低，則雖在高壓之下，亦不爆炸，故在工程中，乙炔有須經歷縮步驟者，須同時加以冷凝，識是故也。液體乙炔若處之不善，尤易爆炸，故貯藏乙炔，以將乙炔溶於丙酮為宜，所謂溶解乙炔是也。

乙炔在常態之下，能以十五倍容量溶於丙酮，若加壓至十二個氣壓時，則容量可達三百倍以上，減溫至零下八十一度時，則容量可達二千倍。乙炔亦溶於多種有機溶媒及水。乙炔與臭氣相觸，則起高度爆炸。其與氮氣化合時，所以爆炸者，亦因氧之作祟也。乙炔與金屬化合物，如乙炔銅，乙炔銀，亦為起爆物，故於處理乙炔時，所用之器皿務須避用此類金屬。由是以觀，處理乙炔殊應慎重將事耳。乙炔之生成由於吸熱反應。故於分解時放熱，其發

熱量，發火點，火焰溫度之與他種氣體比較，如次表所示。

氣體燃料性質比較表

	發熱熱 (每立方呎 英熱單位)		發火點 (度)		火焰溫度 (度)	
	乙炔	天然煤氣	乙炔	天然煤氣	乙炔	天然煤氣
煤氣	一六五〇	一〇〇〇	四八〇度	一〇〇〇度	二五四八度	一九〇〇度
煤氣	四〇〇	六七五	五〇〇度	六一〇度	一九〇〇度	一八七一度

光之應用 凡能燃燒之氣體，其燭光之強弱。與所含炭素成正比。煤氣所含，多為甲烷，故乙炔之燭光大於煤氣。每立方呎乙炔，每小時發生三十五至四十五燭光，約大於煤氣燭光十五倍之多，故早經採用作燈火之用。其發出之光，耀如白日，極近日光，惟不含紅光及紅外光。十餘年前，家庭店面多採用之，時至現代，漁燈，海洋塔燈，號誌用燈，礦中用燈，尤沿用之，其最大之燈且達三千燭光，亦甚可觀也。

熱之應用 利用乙炔在氧氣中燃燒，其所生之燃燒熱，若使之集中，則其火焰溫度可高達三千度以上，能溶化多數之金屬。故利用以焊接金屬，較之古老式風爐，其便利誠不可道里計矣。近復有所謂電焊者，乃利用電弧熱也，然或因所焊金屬種類不同，及大小不同，有非電弧焊所可奏功者。在無電處，又必須隨攜小型發電機，至切斷金屬，仍非乞靈於乙炔

氣焊不可。吾人施行乙炔氣焊，只須攜乙炔發生器一具，氧氣數瓶，任何地，任何時均可也，顧電焊則不能若斯之便利。故乙炔氣焊，沿用至今，迄未稍衰者，亦自有其特點在也。

市上所經見之氧氣乙炔炬 (oxy-acetylene torch) 一器，即用以焊接金屬者。其構造類有乙炔發生器一具，乙炔所由出也。及鋼瓶一瓶，內貯壓縮氧氣，乃氧氣所由出也。調節二氣，使入吹管，管口點火，即有高溫度之火焰發生，使所欲焊接之兩金屬，因鎔化而相連接，厚半吋之鐵，每焊一呎需乙炔十立方呎，氧十二立方呎，需時僅十五分鐘耳。同理，使金屬熔烱，從而切斷之，此法亦經廣泛採用。且切斷對象，不限熟鐵，更及生鋼，六吋厚鐵，每小時可切斷十五呎之長，所需電石尚不及十鎊之微。此種便利之焊接及切斷，又庸爲耄齡鐵匠當年所能夢及耶。

冶金學中有所謂熱處理者，乃使金屬經過不同溫度之過程，致金屬內部組織起變化，呈種種性質，以適合種種條件之需求，此一方法，謂之熱處理。欲使金屬表皮硬化，可將之熱至一定高溫，然後使之急驟冷卻，謂之表皮硬化處理。吾人若利用氧氣乙炔炬之火焰，不但能將高熱施於局部，抑且於溫度高低，可以管理。因此機器欲加局部硬化處理，利用乙炔炬行之固甚便也。一切機械之齒輪，歪輪，軸，滑車皆可施行此種熱處理法。

燃料 吾人於戰時恆見有種種形色之汽車，馳騁於通衢大道，一目了然知其非汽油車而爲代用燃料車，此種代用燃料車中，電石車居其一焉。以言燃料所發生之馬力，電石車實居

翹楚。惟電石車須附以乙炔發生器，既增加車之載重量，復礙觀瞻，種種不便。不過乙炔可加壓使溶於丙酮（acetone），貯於鋼筒內，攜載甚便。據實地試驗，用汽油一加侖，相當用電石十二磅，若用十五個氣壓壓力，用容量一立方呎半之鋼筒，以丙酮為溶媒，則可溶五百餘立方呎之乙炔，約需一百一十磅電石，等於載十加侖汽油，以V8車論，可續駛一百五六十英里之路程。戰前一加侖之汽油值一元二角，電石十二磅值一元四角，所昂僅百分之十三上下，在汽油缺乏之際，不無考慮之價值耳。

第二項 人造肥料氮石灰及氮

我國號稱以農立國，而年有大宗稻米棉麥進口，此非天賦之不足，乃人謀之不臧也。蓋農作物之豐歉，恆有賴土壤之施肥改善與否而定，我國向恃有有限量之天然肥，未聞大事製造無限量之人工肥料，以廣泛施用者。固然我國農作物之歉產，多因荒地未能盡墾，然人工肥料之無生產，亦其重要原因之一也。

天然肥料有糞肥油肥豆粕肥魚肥綠肥等，多屬有機物。所謂人工肥則多屬無機物。然無論何者，凡肥料必須含有三重要原素，曰氮曰磷曰鉀。今茲所論，乃限含氮肥料而由電石製造之氮石灰一種，因含氮肥料實有各種也。人工肥料之中，以硫酸銨施用最廣，為氮石灰之惟一勁敵。但據最近統計所示，兩方漸呈平分秋色之趨勢矣。

氮石灰（乃根據英名 Nitrolim 而譯，美名 Cyanamide 似嫌混淆）乃氮氮基化鈣，石灰

，及炭素之混合物，含有氮素百分廿二左右之人造肥也。氰氨基化鈣遠在上世紀之末，即經德人 A. Frank 及 N. Caro 二氏發明。氮石灰之直接用作肥料者乃一九〇一年事也。其後德意兩國炭化鈣從業者于一九〇七年，在意國 Piano d'Orte 利用 Pescara 河水力，從事大量製造，年產量並由四千噸突臻一萬噸，因之挽回當時炭化鈣製造業之頹勢。自上次大戰以來，先天不足之德國，提倡不遺餘力，嗣各國亦競相設廠製造，與德國同一命運之日本，亦急起直追，有長足進步，遂躋列於世界五大氮石灰出產國之一，五國即美國德國加拿大法國及日本是也。氮石灰製造之主要原料為電石及氮氣二者，法使粉碎電石於高溫時吸收氮氣而成。氮氣乃由分餾液化空氣而來，故此種工業又稱為空氣氮素固定法之一。製造程序，先將電石粉碎，和以附加物如氧化鈣及螢石之類，填入鐵罐，再導入氮氣，加電熱經三十小時後即成。取出後使之冷卻，為灰墨色固體，不若電石之堅硬，碎之使成細粉末，再經水油處理即可售作肥料，其成份分析，因製造方法及所取原料不同，各廠所出，互有所異。今將美國製硝第二廠所報告者列表如次：

氮石灰成份分析表（百分率）

氮氨基化鈣	六一·七	石	二〇·〇	炭化鈣	一·五
硫化鈣	〇·二	二磷化三鈣	〇·〇四	游離炭	一二·五
砂	二·四	氧化鐵及鋁	一·八	氧化鎂	〇·二

由上列表所示，則知肥料氫氮基化鈣僅佔百分六十，相當於氮含量百分二十也。夾雜物中之炭化鈣，於植物爲害最大，雖微量亦須除之務盡，故挪威國規定不得超過百分之二含量。卽石灰亦須加以水解，通常用百分之七水量，使炭化鈣分解及使石灰水解，用水過多卽生二氫二胺，於植物有害，因此物之生成復與二氧化碳及溫度有關，故於用水分解時，又須注意其溫度上升也。氮石灰既成粉末，則易飛揚，於衛生有礙，最後仍須以百分之五左右之礦油噴和之，使變粘性。故此法又名水油處理法。經過此種處理以後，卽密封於筒或袋中，以備應市，可貯藏半年之久。

氮石灰肥效理論 氮石灰先溶解於土壤中水份，次起分解，因之氫氮成游離狀況，此游離之氫氮在土壤中起化學反應。如土壤呈中性或酸性時，則經過二日至七日時間，變爲尿素。土壤若呈鹼性時，則可能生若干於植物有害之二氫二胺，然一般潮濕土壤皆無顯著二氫二胺生成現象，且自二氫二胺常常又可轉變爲尿基甲咪，則爲無害之物矣。尿素受土壤微生物之作用分解成胺，因此發生肥效。因土質不同，其分解固有遲速之別。最適當之土壤，乃含有土砂所謂 *loam* 質者。施肥宜早不宜補肥，不能與其他人工肥料配合使用，處理又較繁雜，是其弱點。但游離之石灰及氫胺，能驅除土中細菌及害虫，預防植物病，使雜草不生，肥效集中，是又其優點也。且石灰近已承認能使植物細胞強韌，抵抗外界侵害，呈機械上作用之需要。茲將各肥料之肥效作表比較如次。

各種肥料肥效比較表（重量單位公斤）

試驗區	生菜重量	指數	小麥重量	指數	亞麻重量	指數
硫酸銨	一九二三四	一〇〇	一五七〇	一〇〇	一八六七	一〇〇
氮石灰	一八九三九	九九	一三八二	八八	一八三八	九九
氯化銨	一八八三一	九八	一五四二	九九	一九五六	一〇五
硝酸鈉	一九三三六	一〇一	一五二一	九八	二〇〇三	一〇七
智利硝	二〇一五六	一〇五	一五〇四	九六	一九八五	一〇六
硝酸銨	一九九四八	一〇三	一五四六	九九	一九七八	一〇六
豆滓	一七一八八	八九	一四九一	九五	一八三九	九九
糞肥	一八四三六	九六	一二四六	八〇	一七一七	九三
尿肥	一八二五六	九六	一五六六	一〇〇	一八六三	一〇〇
馬糞	一七〇九六	八九	—	—	一七二五	九三
無氮區	一五六〇五	八一	一一六〇	七四	一五五〇	八四
無肥區	一三五八三	七一	一〇二四	六五	一五八三	八三

今再將世界氮素消費量列表如次（一九三七）

世界氮素消費表

製造種類別

氮素消費量

消費百分率

硫酸銨

一〇六〇〇〇噸

四八

氮石灰	二六八〇〇噸	十二
智利硝	二〇〇〇〇噸	九
硝酸石灰	二〇〇〇〇噸	九
硝酸石灰	一五六〇〇噸	七
硝酸鈉	八九〇〇噸	四
其他	二四五〇〇噸	十一
總量	二二一八〇〇噸	一百

氰氨基化鈣之第二大用途，乃為製氮之原料，由之可再製硫酸氮肥料。今將美國製硝第二廠之製造法述其概略如次。

用高廿一呎徑六呎耐壓三百磅之壓熱器，其中心處裝有垂直攪拌用軸，將前次用過並經濾過之鹼性溶液八噸半和以三噸半氮石灰，填入壓熱器，再加入七十至一百三十公斤鹼灰，使起反應成百分之三苛性鈉溶液。開放壓熱器十五分鐘，使夾雜氣如乙炔磷化氫等逸散，然後密閉之，自器之底部導入蒸汽氣壓達六十磅時，內部即有反應開始，將有大量水蒸汽伴氮而生，混合氣體中之氮僅佔容量四分之一，經導出後再將其中氮重加分離及精提，大約氮石灰中之氮百分九十七可化為氮也。全部操作時間約六小時。殘留器中之泥狀物約含水分百分之四十，須取出濾過收回鹼性溶液以備再用，乾燥殘滓百分八十五為石灰，百分之十炭素，百分之五其他夾雜物，而氮僅佔百分之二以下而已。由此法直接製硫酸氮肥料更見廣泛應用。

現今製氨之法，多採用合成法，又用煤分餾法，一則不用原料，一則爲副產物，均有其特長可取，然合成法操作繁雜，建設費昂貴，其官息折舊亦佔成本甚大，故在水力充沛之地，可得較廉之電石，由此法以製氨非不可取。

第三項 乙醛工業

自世紀卽知乙炔與水化合，可成乙醛卽醋醛，然乙醛製造所以能佔近代工業上一重要地位者，則因自乙醛可製造大量合成醋酸，丁醇，及丙酮之故也。乙醛雖亦能採用火酒法製造，及自甘油發酵副產中得之，然終難匹敵由乙炔製造之法。乙醛可由斯法製造再轉製其他衍生物，蔚爲乙醛工業一門焉。

乙醛製造法，各國專利註冊甚多，原則上，用防酸之矽鐵材料所製之反應罐充以濃度百分之六稀硫酸，添加觸媒如氧化汞之類，導入乙炔，熱至六七十度時，卽有乙醛發生。乙醛沸點甚低，僅在二十度左右，故易汽化，與過量之乙炔混合，卽導之入冷凝器及洗滌器中，使之液化分離，並溶解之於水。最後將自各工程所收集之乙醛水溶液行分餾，則得極純之乙醛焉。乙醛乃沸點在二〇・八度無色有辛刺臭之液體，可燃性烈，完全溶於水，醇，及醚等溶媒。約兩噸電石（化氣三百公升品質者），可製一噸乙醛。

乙醛之衍生物，多爲近合成物如橡膠，樹脂，染料等製造原料，其衍生物中之置換體所關尙小，惟高分子量聚合體縮合物及附加化合物則甚重要。由乙醛製乙酸，乙醇，丙酮當另

節論之，茲先舉其衍生物中有關工業之重要者，臚列於次。

甲、三聚及複聚乙醛 三聚乙醛乃三分子量之乙醛聚合體，由乙醛經濃硫酸爲媒聚合而成，因其爲沸點甚低之液體（一〇二度），故恆代乙醛之用。又作爲藥品中催眠劑。複聚乙醛乃三分子以上乙醛結晶體，由乙醛以鹽酸爲媒聚合而成，近有以 *Meta* 爲名者，售作家庭無煙燃料。

乙、3-羥丁醛 (*acetaldo*) 此乃有二分子量乙醛之液體，經用酸鹼縮合而成。若再加氫脫水，即成布納橡膠原料之丁二烯，但此物亦可自乙醇製之。

丙、巴豆油醛 乃經上述 3-羥丁醛脫水而成。乃一種有辛刺臭之液體，氧化之則成巴豆油酸及蘋果酸，但主要用途乃在製造丁醇。

丁、丁醇 乃將巴豆油醛還元而成。以氯化之巴豆油醛與過量氫之混合物，使通過含有百分之五氧化鈷之鎳觸媒，在一八〇度，三十磅壓之下，即可有丁醇發生，此乃美國炭化鈣公司所採用之法也。工業上復有自酒精脫氧以製乙醛始者，則須視原料經濟情形而論矣。丁醇大用途之一乃在製造高級內燃機關燃料之異辛烷也。

戊、乙醛乙脂 將乙醛冷却至零度以下，和以觸媒乙氧基化鋁，或再加促進劑如硫酸銅，樟腦等，即有乙醛乙脂發生，行餾法收之。乃有效有機溶媒，溶解油酯樹脂，硝酸及醋酸纖維素等

己、乙醛與酚經用觸媒，亦可縮合爲透明樹脂，又乙醛本身經用強酸聚合爲樹脂狀物，發明甚早，現代工業上所製造之合成樹脂略如第七項所述。

庚、乙醛與胺類之縮合物甚多，類爲醋酸人造絲染料，橡膠硫化促進劑及老化防止劑，但著名之醛胺則爲附加化合物。係導氨於乙醛之醚溶液內而得之，爲橡膠老化防止劑。

辛、乙醛在或種情形之下與酸或酐起作用成爲亞乙基酯，如乙二醇二乙酸酯乃與醋酸作用而成者。由之可再分解爲乙酐及乙醛等。不過乙二醇二乙酸酯亦可直自乙炔製之。

壬、乙醛可經觸媒與醇類縮合爲縮醛類，甚爲重要。因在合成化學工業中，縮醛可代醛，酐而用，因有甚高之沸點，不若乙醛之易於蒸發，殊感不便，縮醛亦可鹵化，成爲胺基，經基之衍生物，均爲有用之合成劑。

第四項 乙炔與有機酸

醋之爲物見於我國經典最早，如儀禮尸醋主人，而孔子所謂乞醢於鄰，卽醋也。醋酸乃醋之精。其製法向來根據微生物發酵法，蓋有多種微生物能將纖維化爲葡萄糖及醋酸。洎手近代醋酸應用於工業方面如印染，塗料各業日益廣汎，需要驟增，是故，合成法乃代發酵法及木材乾餾法而興焉。醋酸（學名乙酸）之合成，有自甲烷，乙炔，甲醇，一氧化碳，乙二

醇乙二酸脂等多種製造法，然其主要者，仍推自乙炔製乙醛，再行氧化以成醋酸之合成法也。

製法用能調節溫度之氧化罐，將乙醛注入，用乙酸錳爲觸媒由罐底吹入空氣，熱至六十六度，乙醛卽氧化成醋酸，再將之行分餾卽可得純醋酸焉。約兩噸電石可製一噸醋酸。乃無色而有特殊酸性臭之液體，沸點一一八度。工業方面用途，充作有機溶媒之一，又爲染料，藥品，香料之合成原料及橡膠汁凝固劑，南洋橡膠園需要甚多。自乙酸製乙酐及乙酸鹽更從而廣闢其用途。因乙酸鹽向來廣汎用於印染方面，如作爲染色媒劑及補助劑。種類甚多。如乙酸鈣乃使醋酸與石灰中和而得之灰色結晶體，其脫水物卽爲製造丙酮之原料及印染用。又如乙酸钠乃使碳酸鈉與稀醋酸作用蒸發而成，由是可製乙酐。

乙酐又名脫水醋酸，其製法之理論，乃將乙酸熱至高溫用均一觸媒行脫水工作再行析晶提取而成。不過通行之法，多取氯化硫磺及氯化硫等以處理乙酸鹽如乙酸钠，其法系將乙酸钠之細粉，密閉鐵罐中，注加氯化硫磺，加熱至七十度卽有乙酐發生也。乙二醇二乙酸酯加熱分解時，亦有乙酐伴乙醛而生，而乙二醇二乙酸酯乃導乙炔入含汞鹽之乙酸起反應而成者。乙酐乃無色而有特臭之液體，沸點一三九度。主要用途，厥爲製造醋酸纖維素是也。故後者製造之盛衰與乙酐價值有切膚關係，今日醋酸纖維素所以不能敵粘膠品者，未始非因乙酐昂貴耳，乙酐又可充作染料，藥品，香料之配合劑。

草酸 若以稀硝酸與汞鹽為媒，使乙炔氧化可得草酸，惟草酸之製造終須讓甲酸鹽一法。用途為印染方面之脫氯劑及脫染劑。

乳酸 乙醛與氰化氫作用成乙醛氰醇，加水即成乳酸。又巴豆醛酸及蘋果酸已見前節。此乙炔與有機酸大略關係。

第五項 乙炔與有機溶媒

化學工業，若無有機溶媒，則一切化學反應將停止，有機溶媒為類至夥，僅就纖維素酯塗料之溶媒而論，有酮類，酯類，縮醛等多類，至其詳名細目，不勝枚舉。而有機溶媒導源於乙炔者尤累見不鮮，今就其中關係工業之重要者擇論數種如次，籍明乙炔與有機溶媒之間有甚要之關係可也。

丙酮 丙酮一名木酮為醋酸纖維素等之溶媒，在第一次大戰時，飛機翼布之塗料即需大量之丙酮，於是自乙炔製丙酮方法乃應運而生，雖工業上製造丙酮，其後復有澱粉質發酵法，然前法迄未衰替也。其法先將觸媒生石灰和以鎂或錳或鈣之氧化物納入反應管中，用電加熱至四五百度，導入汽化乙酸即有丙酮生成，將混合之汽體，趁熱抽出，送入洗滌器，先除去未反應之乙酸，次加冷凝，即可收得丙酮。丙酮乃具強臭之液體，沸點五十六度，可與水，醇，醚任意混合，溶解力大。其重要用途類為人造絲中醋酸纖維素之溶媒，又為賽璐珞，藥劑，香料，塗料染料等製造上之用劑，近復脫離溶媒進而為合成樹脂及橡膠之新原料矣。

四氯乙烷 乙炔與氯反應，極爲猛烈，故非慎用觸媒不克避免爆炸，普通用五氯化銻爲媒，則乙炔與過量氧氣即可添合爲四氯乙烷。乃沸點一百三十度之液體，有毒性，溶解力極大，爲硫之特效溶媒，故用爲樹膠及纖維素等之提硫劑。復爲製造二氯化乙炔及硫錠原料。

三氯化乙炔 熱石灰乳與四氯乙烷至九十度，脫鹽酸後即得三氯乙炔，可餾而出之，三氯乙炔乃沸點八十七度之液體，無毒性，不燃性，於油脂類有溶解力。利用特性可作種種用途，如金屬表面之脫油，羊毛皮革之脫脂，精提油脂，醇類脫水等工作，多賴斯物，且又無毒，故爲不可多得重要溶媒。

自四氯乙烷或直自乙炔可製二氯化乙炔，爲橡膠溶媒，自三氯乙炔可衍生爲四氯乙炔，用製織物皂，今茲所述悉爲乙炔衍生物中氯之置換體，而屬於溶媒性質之原料。

第六項 酒精，染料及藥品

乙醇即酒精之製造，除發酵法以外，復有合成法，其法系將由乙炔製成之乙醛，用觸媒如鎳之類以氫行還元工作，即得酒精。約兩噸電石可製一噸酒精，由此法製酒精，其問題不在技術方面，而在經濟方面，因由常法製酒精，其價格較低於由電石製造之酒精。以民國廿年物價論，由發酵法製酒精，因採用原料不同而呈不同之價格，如由甘薯作原料時，每磅酒精成本約一角三分，由高粱作原料時，每磅成本約一角九分，由糖蜜作原料時，每磅成本約八分，由電石作原料時，每磅成本約二角以上，較諸成本，由電石製造者與由高粱製造者成

本相近。故欲採用電石製造法，當以華北爲宜，華北當時酒精售價較高，約八元一英加侖而江南只售六元五角耳。糖蜜來源，往年多賴華南及台灣，今台灣歸我版圖，糖蜜來源充暢，製酒精當以採用此法爲得策，不過從國防一點考慮，吾人萬不可對合成酒精法等閒視之。近來又可由石油廢氣，經加氫步驟，使成乙炔，或利用電弧熱將炭素與氫氣直接合成乙炔。再與初發氫氣化爲乙炔，加硫酸復化爲乙炔基硫酸，加水蒸餾則得酒精，亦爲合成法之一種。

由乙炔製丙酮，氫化後則得丙醇，由乙炔製乙醛，可由之製正丁醇。可見乙炔與醇類關係之密切。丁醇經氧化爲丁醛則爲硫化促進劑，由丁醇衍生異丁烯，復衍生爲異辛烷，異辛烷爲高速內燃機關之高級燃料，故正丁醇之製造頗關重要。

乙炔與染料亦頗相關，三氯乙炔與濃硫酸在一百八十度時可發生作用，加水分解，即成一氯乙酸乃染料靛藍之主要原料，自二氯乙炔可製染料硫代靛藍，而染料甲基紫及喹啉黃皆可自乙炔製造，乙炔與苯合，則可得葸化物之染料，此乙炔與染料之關係也，至乙炔黑，則爲料矣，以言藥品，則乙炔本身經精濾後，即可用爲麻醉劑，又如麻醉劑氧仿亦可自乙炔製之。三聚乙醛則爲催眠劑，清毒劑二碘乙炔乃加熱於電石與碘而成。由乙炔製吡啶，吡啶之重要衍生物安替匹林廣用爲解熱劑及消毒劑，而近世治肺炎之特效藥磺醯噻嗪劑之一部分原料及阿斯匹靈等，亦皆可自電石衍生物中製煉。乙炔亦可製造爆藥及毒氣，惟此種殺人凶器，吾滋不欲略一申引，况原子炸彈出現以後，餘子不足道矣。

第七項 合成樹脂

近十餘年來，新興工業原料之合成樹脂，其應用範圍日益廣泛，所謂純合成纖維，以及合成橡膠之製造，未始非導源於合成樹脂，從而充分發揮其意念，以臻達工業化之境地，蔚為近代重要工業之一。合成樹脂製造方法，至為繁浩，試一檢各國專利註冊，已覺其汗牛充棟，難涉邊涯，今若逐類演義，將成皇皇巨帙，斷非從數言可盡其詳也。乙炔之衍生物，為此種合成物製造原料之一大宗，其中最重要者厥為製造乙烯系樹脂之原料。由於電石工業之發達，可得較優廉之乙炔，遂使此種合成樹脂製造趨於工業化。本節所論，乃限此系，不及其他。

夫天然樹脂，除虫膠片 (Shellac) 外，一般均植物代謝機能作用之產物，即母樹中有稱為樹脂管之貯藏囊，構成網狀，擴佈全體，若加砍傷，則樹脂即自傷口分泌流出，如柯白 (Copal)，松脂 (產松節油及松香) 等是也。又如產於印度之虫膠片，亦莫非目為天然樹脂，應用種種溶媒，有機化合物，從事加工精製，可使成爲假漆，油漆等工業上廣用之材料。然使樹脂由膠狀物變爲堅硬之固體，製成各種不變形之受範物 (Plastics) 則合成樹脂司其重役焉。往者，吾人習見之可燃性賽璐珞 (Celluloid)，及不燃性之賽即 (Cellone)，已能製成日用品之受範物，然細究原委，絕非合成，僅爲經化學製煉之天然纖維化身耳。如賽璐珞之原料乃硝酸纖維素，經加受範劑樟腦而成。賽即則爲醋酸纖維素，加受範劑磷酸鹽

以成，均不脫離天然纖維。一九〇七年 J. H. Bakeland 發明石炭酸與蟻醛之縮合物以來，遂揭開近代合成樹脂工業之序幕，其後合成樹脂之發明，日新月異，史不絕書，其應用範圍，且不限家庭日用製品，並顯身手於工業舞台矣。例如軟硬電氣絕緣物，耐酸，耐鹼，耐蝕，耐油性之導管，飛機安全玻璃，機械中之齒輪，歪輪輪掣，軸承等，胥可代之以合成樹脂。此種合成樹脂之製造所以能發達者，實由於近代高量化合物研究有長足之進步也。

有若干有機化合物，經觸媒如過氧化物，紫外光等之作用，可使分子加速聚合或縮合，成爲高分子量之化合物，呈樹脂狀態之生成物。自醛類尤以乙醛及其衍生物巴豆油醛及 3-脛丁醛聚合成樹脂狀物之事實，由來已久，如乙醛用苛性鈉，加以適當處理，則成固體樹脂。其用途爲電氣絕緣假漆等。因近年以乙醛爲基礎之化學工業日行發達，故乙醛，乙酸，乙酐，丙酮，醋酸乙烯，氯代乙烯等等有機化合物，價格均漸低廉，遂爲乙炔系合成樹脂之製造，闢一坦途。茲分乙烯基 (Vinyl) 蘇合香烯 (Styrol) 丙烯酸 (Acrylic Acid) 三系，略論合成樹脂製造及其用途之概略如次：

乙烯基合成樹脂 氯代乙烯，及醋酸乙烯之聚合物，久經發見，自一九二七年以來 Staudinger 氏等復有精湛之研究，洎平近年，此種合成樹脂之製造，已演爲乙炔工業之一翼，進展殊速也。

甲、醋酸乙烯樹脂 熱冰醋酸至六十度，用觸媒如水銀鹽等，導入乙炔，卽起反應成醋

酸乙烯脂，乃沸點七十三度之液體。此化合物再經過氧化物，光，熱等之作用，即聚合為樹脂。乃無色透明，無味無臭，粘着性强，耐酸，耐鹼，耐沖蝕之固體。軟化點低且呈吸濕性是其缺點。溶於丙酮，醇等有機溶媒。用途為絕緣塗料，受範物，及有力之接着劑，加拿大之 *Gelva* 德國 *Vinaplas* 即是物也。

乙、氯代乙烯樹脂 取百分之十鹽酸溶液，添混觸媒如氧化銅或氧化鉍，熱至七八十度，導入乙炔，即得氯代乙烯。乃沸點零下約十四度之氣體。仿上述方法，使聚合為樹脂狀物。性耐熱，耐光，耐酸，化學不感，及吸濕性小，但乏受範性，故混合軟化劑，可變為合成橡膠一種原料，美國之 *Koroseal* 德之 *Igelit* 即是物也。用途為有機玻璃，測定器，導管，藥品容器等。

丙、混合樹脂 若將上述兩種樹脂，混合製造，則可截長補短，成為品質優良之樹脂，現經廣汎應用矣。其混合量之比例，含氯代乙烯百分八十至九十時為受範物，百分六十以下時為塗料。此種混合物，機械強度與夫電絕緣性，均極高，化學不感，吸濕性尤小，又可與纖維素酯及醚混合，可應用於塗料，受範物，積層板之家庭用品，建築材料，代用皮革，軟片，化學容器，導管，絕緣材料等。美國，*Carbide* 公司著名出品之 *Vinylite* 即含有百分八十五之氯代乙烯之混合物，為合成纖維 *Vinyon* 之原料也。

丁、多乙烯醇樹脂 上述醋酸乙烯樹脂，若用強酸或苛性鹼加水分解之，則得多乙烯醇。乃水溶性無味無臭之物。再使與醛類縮合則成多乙烯醇樹脂。加軟化劑則柔軟富於彈性，強韌，耐摩擦，耐水，耐光，已廣用於電氣皮線，又為日本合成纖維之尤 Kanebiyon 及合成一號之原料也。

蘇合香烯系樹脂 蘇合香烯之製造乃根據一八八八年 Berthlot 氏之研究，將乙苯先行氯化，次脫鹽酸，再行蒸餾即得。而乙苯則由苯與乙烯經氧化鋁之觸媒化合而來，苯為煤分餾之副產物。但將乙炔熱至一〇五度時，通入熱管以碎鎳為煤亦可得苯。而乙炔經氧化後亦可得乙炔。

蘇合香烯乃沸點一四六度無色有刺臭之液體。經前述之觸媒，極易聚合成樹脂。透明堅硬如玻璃，耐酸，耐鹼，耐光，有受範性，溶於有機溶媒，吸水性小，電氣絕緣性極好，乃其特長，故用為高週波絕緣材料。其他用途略如乙烯基系，德國製品有名 *Triamin* 是也。

丙烯酸及疊丙烯酸樹脂 丙烯酸之樹脂狀聚合物，發現甚早，但能工業化則自一九二七年始。其後五年，復發明疊丙烯酸之酯類製造法，而可從事大量製造矣。現行工業上製造法，系先由丙酮及氰化氫製丙酮氰醇，再加硫酸，甲醇或乙醇以製疊炳烯酸之酯類，經前述之觸媒，甚易聚合成樹脂狀物，乃一種似玻璃之固體。耐濕，化學不感，有彈性，接着力強，電絕緣性，紫光透過性，用以製航空玻璃，則較普通玻璃約輕一倍以上。並可製造各種鏡頭

，鏡面，曲面玻璃，商品中如美國之 Plex-gum 英國之 Diakon 德國 Plexiglas 等皆是也。因丙酮能由乙炔大量製造，然後能使此種合成物商業化。而合成樹脂復關係合成纖維及樹膠甚大焉。

第八項 合成橡膠

由於 3-1 經丁醛之自然聚合，變為類似橡膠彈性物，可謂合成橡膠之偶然發見，實遠在前世紀之末。迨第一次大戰，德國為謀求彌補天然之缺陷，努力合成橡膠製造，遂開斯業之先河。洎乎近年，此種人工原料，質量兩方，俱呈登峯造極之觀，收入定勝天之功，美國之 Neoprene 橡膠，德國之 Buna 橡膠，尤為膾炙人口。良以美國橡膠之消耗量，幾佔全世界總產量之半數，而德國往昔需要，絕非由區區進口之天然物可資彌補，宜乎合成物在兩國有長足之發展也。此種合成橡膠製品，較之天然者尤為耐油，耐老化，耐酸，耐鹼，耐摩擦，自有其特異之點，未可以代用品目之也。細究合成橡膠之出發原料，可謂有五、六種之多，然皆一一淘汰殆盡，終屬電石一種為原料之大宗，故電石誠與合成橡膠有不可或分之關係也，今擇論一二以示其要：

(一) 氯丁二烯系橡膠 (Chloroprene) 主要出品為美國 Dupont 公司之 Neoprene (1931) 蘇聯之 Sorprene，製法先使乙炔通過一氯化銅及氯化銨之飽和液，可得種種聚合物。由其中分離乙炔基乙炔，再使與鹽酸起作用，而得氯丁二烯焉。乃沸點六十度無色液體

。聚合極易，加苦土，熱至一百三十度，即得如硫化橡膠之聚合體。色呈淡黃，無受範性，不溶於橡膠溶媒，抗張力每平方分一百四十公斤，伸長率百分之八百。耐油，耐熱，耐老化，耐摩擦，耐酸，耐鹼，氧，惟電絕緣性不良耳。

若變更聚合條件，於三十五度時，照射紫光，廿四小時後再注入酒精，則得糖蜜狀之沈澱物，有可塑性，相當於生橡膠之物也。

(11) 丁二烯系橡膠 (Butadien)

甲、酒精法 先自乙炔製酒精如前述，次用觸媒如亞鉛華，氧化鋁等，脫水去氫即得丁二烯。副產物有乙烯丁烷可以利用。

乙、3-羥丁醛法 先自乙炔製3-羥丁醛如前述，加氫變丁二醇，脫水得丁二烯。工程步驟較繁，此法盛行於德國。尙有其他方法無非利用乙炔乙烯而已，茲不贅。

丁二烯爲沸點零下五度之氣體，溶於酒精，醚，苯等溶媒，經光，熱等觸媒，可促進自然聚合，普通用金屬鈉以行聚合。又有所謂乳化聚合法。丁二烯可自行聚合，亦可與他化合物共聚合，如 Buna N (Perbuna) 乃與丙烯酸類共聚合物也，Buna S 乃與蘇合香烯共聚合物也，一如天然橡膠可以硫化，而耐油，耐老化，耐摩擦，且勝天然物，耐熱性高，雖在一百五十度至二百度之高溫亦可使用，蓋與天然物相異也，Buna N 耐油性尤佳，Buna S 電絕緣性頗爲優秀，又有 Buna85 Buna 115 乃用金屬鈉聚合者，比較的軟質，利用種種化合物

，作種種製法，可得適應種種用途之合成橡膠，非天然物可以匹敵，所須注意者，厥為成本之減低一事耳。

第九項 合成纖維

吾人試一檢世界紡織用纖維產量分析表，則知風靡一時之人造絲，人造棉所佔紡織業之地位及其趨勢，有如下表

世界紡織用纖維生產表（單位百萬磅）

年 份	棉	花	羊 毛	生 絲	人 造 絲	人 造 棉	總 量	百 分 率
一九三〇年	一二四二〇		二三四七	一五〇	四五〇	六	一五三七三	三%
一九三三年	一二七四二		二二六八	一二五	六六三	二八	一五八二六	四%
一九三五年	一二五八九		二二四四	一三一	九四〇	一三九	一六〇四三	七%
一九三七年	一八九九五		二三五一	一二〇	三〇〇	六一二	二三二七七	八%
一九三八年	一四〇六四		二三九三	一一一	九九〇	九五九	一八五一七	十一%
一九三九年					一一一	〇四一		

註：表中百分率乃示人造纖維所佔總量之百分率

統觀上表，十年來天然纖維生產量變動殊微，然人造纖維生產量方與日俱增。美國紡織

界推測美國一九五〇年人造絲產量將由三億六千二百萬磅上達五億磅。人造棉將由一億磅上達七億磅，共約十二億磅，其世界人造纖維將至少佔總量百分之二十以上或且過之。吾意此事可以逆睹，蓋美國作此推測時，其新發明之合成纖維尙未全面顯其雄姿也。世界人造纖維產量，美國向居首位，日本僅於三八三九兩年略佔先程，戰事勃發以後，好景不常，美國依然執其牛耳，雖然，戰前日本產量固未可厚侮，三八年曾產五億磅之多；亦頗足自豪矣。根據以往趨勢觀測，五年後纖維需要將達三六〇億磅，人造纖維若以百分十五計之，亦常有五十萬磅之多，日本潰敗以後，一時實難再起，非常際會，不值吾人深思猛省耶。惟此處所謂人造纖維，不得謂之合成，因仍不能脫離天然纖維，僅爲低價的，廢棄的天然纖維之利用，如木材、亞麻、短廢棉絨、稻藁、麥稈等等。其製法雖有硝化，銅鉸，粘膠，醋酸纖維素四種，現今只限後二者，其中醋酸纖維素法所用之原料與電石有甚切關係，惟此法不敵粘膠法採用之廣耳。

凡人造絲之製造類皆先將各種纖維原料製成紡絲膠液爲第一步，由細孔噴射成絲爲第二步，後處理爲第三步。醋酸纖維素人造絲，乃英國首創，法將廢棄短棉絨浸入乙酞與冰醋酸之混和液以成醋酸纖維素，經成熟沈澱精製乾燥等步驟以達紡絲階段。人造棉 (Strap e Fibre) 乃將人造絲切成約四十公厘長之纖維，再調節乾燥方法，使縐縮成波狀曲面如羊毛，再加紡織。此法德國提倡最力，名其製品曰 *Vestra* 傾銷於世。人造棉本身有其特性，用途日

廣，未可以代用品目之。一瞥上表，年年增產，可知需要日殷。美國一九三九年即需要一億鎊，此種傾向更因醋酸纖維素人造棉登場，愈見顯著。而醋酸纖維素製造乃電石工業之一翼，不可不知也。

純合成纖維，乃完全摒棄任何天然纖維不用，但由極普通之無機物所製者，此種無機物包括煤，石灰，水，空氣。其製品問世乃自一九三九年美國發表寬安 Nylon人造絲之日始也。當時曾引起產絲國之日本一大騷動。美國并謂寬安人造絲乃由煤水及空氣所製成，強韌如鋼鐵之合成纖維。細究底蘊，誠非虛語，各國乃不得不承認為劃時代之發明矣。發明者美國 W.H. Carothers 氏，一九一七年受美國 Du Pont 公司之聘，研究高分子量之化合物，孜孜屹屹，十易寒暑，與其同僚不知耗去若干心血，終於一九三七年遺留 Neoprene 合成橡膠及寬安合成纖維二大時代發明後，遽爾逝世，時僅四十一歲耳。

寬安以及下述各種合成纖維之製造，其原理一如製造合成樹脂，乃有有機物之聚合或縮合體也。其出發原料皆屬無機物再轉製有機物。如寬安乃有機物肥酸與己二胺之縮合物。己二胺乃由肥酸加氨脫水而成，肥酸則又系由酚加氧行接觸氧化而成。故若追本窮源，則酚可取自煤，氨可取自水，氧可取自空氣，故曰煤水空氣乃寬安之原料也。自寬安問世以後，各國競相研究，終焉發明乙炔系化合物之合成纖維與寬安對壘爭鋒。茲將各種合成纖維之原料，性質列表示如次：

合成纖維原料表

名稱	發明年份	發明者	原料
Nylon	1938	美國 Du Pont 公司	酚，氨， 肥酸與己二胺縮合物
Vinyarn Vinyon	1938	美國 Carbide 公司	乙炔 氯乙烯乙稀醋酸聚合物
P.C. Faser	1938	德國 I.G. 公司	乙炔 企上系
Synthofil	1938	德國	乙炔 多乙稀醇聚合物
合成一號	1939	日本京都帝國大學	同上系
Kanebiyan	1939	日本鐘紡紗廠	同上系
Stylofex	1939		乙炔或苯 蘇合香烯樹脂

合成纖維性質比較表

名稱	比重	強度(公斤/方厘)	伸度%	軟化點(度)
Nylon	1.15	40-80	20-30	250
Viyon	1.24	37-47	21-5	60-65
P.C. Faset	1.43	23	20	150
合成一號	1.26	30-60	16-30	124-140
Kanebiyan	1.26	40-50	10-20	140-150
棉	1.50	30-50	5-12	

毛	一·五一	一四一二〇	二五·四八
絲	一·三三	四〇一六〇	一四一二四

合成纖維製造首在求可紡性高分子量聚合物 (Fiber Forming Polymer)，次用適當溶媒將聚合物溶化成紡絲膠液，自細孔蓬頭加壓噴出成絲，再行引入凝固浴槽，從而紡之，謂之濕紡法。或將噴出之絲逕引入乾燥器中則謂之乾紡法。或完全不用溶媒，用熱將聚合物熔化成熔融，加壓直接向空氣中噴絲，則謂之熔融紡法也。覓安即系採取熔融法，Vinyon 採取乾紡法，合成一號則採取濕紡法也。

統觀第二表則知合成纖維之強度伸度及彈性不較任何天然纖維為弱，而纖度亦可悉如人意。其耐酸耐鹼等化學不感性，尤非天然物所可及。故有若干需要化學不感性之織物，非乞靈於此種新合成物不克。惟軟化點，保溫性，染色性尚有改良餘地，能將軟化點增高則耐熱性增高。覓安人造絲光澤如真絲，着色易，耐酸鹼，耐老化，耐熱，惟保溫性較遜。其長纖維可用製編織物，紡織物，如襪衫手套服飾均可適用。短纖維可與棉毛混紡成交織物。乙烯基系人造絲，有如真絲之彈性，抵抗疲勞性較他種為佳，耐酸鹼，耐腐蝕，耐水性尤大，故多用為漁網，濾布。着色相當困難。亦可用為紡物，短纖維更可與毛合紡，乃其優點也。此種新興合成纖維發明之日尚淺，其日後進步乃在想像中事。其應用範圍且較天然纖維物更廣泛。觀夫十年來人造棉生產量增加趨勢，可資旁證合成纖維將非代用品可比，自有其獨立生

產價值也。乙炔爲人造及合成纖維之主要原料固不待言，卽所關連之溶媒如乙酸乙酐丙酮亦莫非乙炔之重要衍生物，將來新興纖維大量生產時，將更使電石工業再臻進一步發達之境界焉。

第四章 我國炭化鈣生產狀況及未來需量估計與計畫

第一節 生產狀況

顧此種重要而又適合我國製造情形之工業，在我國生產狀況如何？我國工業凡百落後，炭化鈣乃新興工業，庸能例外。目前國人經營之炭化鈣廠其總容量僅五〇五〇瓩，且包括十家之多，故單位容量極小，最大者只九百瓩而已。較之日本，質量皆遜，蓋日本已有六十萬瓩之總容量，其最大之容量且達一萬五千瓩，即日人前在我國關內關外及台灣各處投資之廠亦遠較國人所經營者為大，茲列表舉示如次：

國人經營者

重慶二廠	三百瓩	二百瓩
長壽五廠	九百瓩	五百瓩
八步一廠	三百瓩	五百瓩
全縣一廠	二百瓩	三百瓩
開遠一廠	六百瓩	二百瓩
上海三廠	五百瓩	一百瓩

貴陽一廠 二百五十瓩

以上總容量五〇五〇瓩

前日人經營者

上海一廠 一千二百瓩（兩電爐）

威樹堰一廠 一千瓩

杭州一廠 八百瓩

大同一廠 量未詳附設於大同洋灰廠內約五百瓩以上

張家口下花園一廠 六千瓩（兩電爐）

吉林松花江一廠 量極大預計十萬瓩以上去年只完成一部分

台灣基隆二廠 總量一萬二千瓩

觀上表即知國人所經營之廠，具總容量尙不及前日人所經營之下花園一廠。且各廠皆於戰時草創，設備既因陋就簡，工作復不問效率，電極問題困難，致不能通年工作，將來自難立足，蓋設備精良一千瓩之廠，在歐美已視爲小廠。承平時時代，物價安定，工廠效率關係成本至深且巨，若不錙銖計較，必難競爭圖存。日本所經營各廠今雖歸我國，然未必悉皆完好，據吾人所知，上海常州杭州三廠未損毀，然此三廠皆屬小廠範圍，終無大用。張家口廠受內戰影響，台灣二廠傳一毀一存，至於吉林一廠吾人殊不能想像其完整也。此廠利用水力電

，計畫規模宏大，佔地二百萬坪，不僅從事製造炭化鈣一種，且製造其衍生物，如醋酸，丙酮，正丁醇，Butadien及Chloroprene系合成橡膠及人造肥料氮石灰等重要原料，此廠若果完成，並照原來計畫逐步實現，則爲目前我國惟一大電化廠。

國人經營之廠，其總容量既爲五〇五〇瓩，則每年生產量理應在五千萬噸，然因單位容量過小，效率低微，估計年產量不過二三千噸。日人前在關內經營各廠，其總容量約在九千瓩以上，年產量理應在一萬噸左右，然實際上以往生產量不及其半，其他小廠更因電極困難，效率低微，致使年產量銳減。台灣廠規模雖具，年可產六千噸以上，然台省需要人工肥極夥，且甚殷迫，所產炭化鈣以之悉銷製氮石灰尙感不足，何能內運。吉林廠尙未全部完成，此廠與張家口廠復受戰後兵亂影響，其設備是否不變爲灰燼，或淪陷異域，尙在未定之天。總之關內國人自營及接收廠除張家口一廠外計有十七廠，其中十一廠散處西南腹地，工商萃萃之揚子江流域僅有五廠，兩地域可能年產量估計不過三四千噸之間而已，以之較日本年產量三四十萬噸，僅百與一之比耳。此我國炭化鈣生產狀況也。

第二節 未來需量估計

以言我國以往炭化鈣需要狀況，可由炭化鈣進口量得其梗概，蓋我國往昔幾悉賴進口，國內製造，爲數寥寥。一九三九年進口計五三五七噸，值一·二五九·七九八元，歷年進口均在四五千噸之間，此可概示我國戰前每年需量。欲估計未來需量，必須先知未來工業及農

業發展程度。吾人若檢讀實業計畫十年工作量及最終工作量，即可窺見未來農工發展程度，從而估計農工兩方所需之量，當不致謬以千里。茲將工業，燃料，農業，化學原料各方面需要情形分別論之如次：

甲 工業上需量

工業上焊接金屬及切斷金屬所需之炭化鈣數量，常隨工業發達以增進，工廠需要炭化鈣最多者為乙炔氣焊廠，造船廠，鐵路修機廠，自動車製造廠及修理廠，鐵工廠，機器廠等。今將實業計畫中機械門十年工作量及全部工作量與現有量作一比較，即可窺見未來機械業發展程度。據比較，鐵路機車（照接收量減半計算）將增高五倍至三十倍；客貨車（同上）將增高六倍至四十五倍；自動車（據民國廿五年量計算）將增高十倍至七十倍；商船（據戰前量計算）將增高十倍至五十倍；動力機（據民國廿三量計算）將增高四十倍至一百六十倍；工具機及各類機械將增高至少百倍以上，而吾國往昔無民用航空機，十年工作量為一萬二千架，全部工作量為十二萬架。觀夫此，則我國機械工業在今後十年至少將擴充二三十倍以上。炭化鈣之需求亦當比例增加，我國以往進口之五千噸悉用於工業上，故十年內工業上所需之炭化鈣，估計在五萬噸左右。接焊金屬雖亦可利用電弧焊法以代乙炔氣焊，然未可盡代之，如切斷金屬則須用乙炔氣焊。在戰時美國 Niagara Fall 之炭化鈣尚不遠數千里源源運至英國，即明示乙炔氣焊在工業上鞏固地位也。

乙 燃料上需要

一國汽油之消耗量，恒與一國自動車飛機數量有密切關係，我國戰前自動車計有四萬六千餘輛，每年消耗汽油如民國廿三年約四千萬加侖，廿八年約三千七百萬加侖，柴油約十六萬八千噸。實業計畫十年工作量自動車計為四五一五七〇輛，較現有量增高十倍，故汽油消耗量將達四億加侖，若照全部工作量每年維持三百萬輛，則汽油消耗量尤堪驚人。對此種燃料如何謀求自給，抑止輸入，誠為將來一甚難課題。我國石油埋藏量據估計陝黔甘新各省天然石油約十三億桶，陝北廣東及撫順頁巖油約廿三億桶，共約三十六億桶，其中撫順頁岩油幾佔全量之半。全埋藏可直煉汽油約二百億加侖（天然油含輕油以百分廿五計，頁岩油以千分十五計）僅敷十年計畫中自動車五十年之消耗量。若將飛機用量計算在內，恐僅敷全部實業計畫實施時公路運輸及航空運輸十年以內之消耗耳。況此地下巨量埋藏，將耗龐大資本，經悠久時間，設廠精鍊，始能採用，非可一蹴而就。我國石油生產量，民國廿三年（包括撫順）共計六七·四八一桶。現在撫順頁岩油年產量聞已增至五十萬噸，可鍊輕油二百廿萬加侖，台灣年產一百四十八萬加侖（據 A. J. Gridanzer），東省鞍山本溪湖煉焦副產三十萬加侖，陝北天然油及井陘煉焦副產為量殊微，僅數萬加侖，東省前滿州油化，吉林人石，滿州合成燃料，昭和製鋼四廠所產人造石油估計不過廿萬加侖，故現今全國汽油總年產量（包括東省台灣在內）約在四五百萬加侖之間，以之應付目前之需，尙感不敷過甚，遑論十年計

畫所需，遑論全部計畫所需。故欲克服此一困難，須要開源節流，同時並進，一方面積極開發天賦，及計畫人造石油如採用煤炭低溫乾餾及直接合成等法，以謀開源之道。一方面在經濟及技術適合情形之下，盡量利用代燃料，庶可收節流之功，將所節省之汽油，移作必要之需如空運。國家尤須多方獎勵利用代燃料，近代化國家如西歐諸國，恆法令以百分十五火酒混合汽油中使用，識是故也。代用燃料種類甚多，如煤氣，沼氣，液化天然煤氣，酒精，乙炔，液化及溶解乙炔，薪，炭，煤等皆是。今所論者乃乙炔系代用燃料也。由炭化鈣所生之乙炔氣，其發熱量恆高於其他氣體燃料，用以代汽油開車不但馬力更大，且運轉起動一如汽油車，而無木炭車之弱點。機構方面，或附以乙炔發生器或用溶解乙炔。據試驗六公斤炭化鈣相當一加侖汽油。若在遠海區，長一百公里之公路（華中公路長八九十公里以下者佔百分九十）悉採用此種代燃料車，將來以一萬輛計（約佔將來全國自動車量三分之一）每日平均行使一百公里，則每年需炭化鈣約十四萬噸，可節省汽油二千三百萬加侖。遠海產煤區炭化鈣成本低廉，相反汽油因運輸關系在遠海區價較高昂，故利用炭化鈣代燃車復可節省大量金錢。木炭車雖可更省百分廿以上，惟以馬力較炭化鈣車遠遜，不利山地行駛，是其弱點也。或謂高速柴油引擎日有進步，而柴油價值微，用量省，盍以之代汽油？曰誠然，但吾人盍一檢討未來柴油之用途與需量。柴油為船舶最佳之燃料，亦為最便利之動力，戰前我國海軍未興，需要柴油已達十六七萬噸之巨，將來情形不同，需量龐大，甚或應付為難，因柴油亦

系採自石油，不過收油率較汽油爲高而已。幸撫順頁岩油可提煉百分六十最佳質之柴油，以往悉爲日本海軍承購，涓滴無遺，日本且研究大豆油以代柴油，吾人詎可輕耗此海軍必需之原料。總之，我國地域遼濶，未來運輸必甚頻繁，巨量石油消耗，勢所難免，國家非熟籌開源節流通盤計畫，不能解決燃料難題，代燃料能收節流之功，故值考慮也。

丙 農業上需量

我國農民素恃天然肥，自人工肥舶來以後，因其肥效迅速，農民皆樂於使用，每年人工肥進口，節節增高，馴至天然肥反年有輸出，呈矛盾現象，今後國家應一面嚴禁天然肥輸出，一面獎勵國內人工肥大量製造，以增加農作物生產效率。我國人工肥硫酸銨每年進口約十二萬噸，台灣年需十五萬噸。現在可產量，估計大連合成氨廠約產十八萬噸，撫順煤礦鞍山鐵礦副產約十萬噸，益以浦口一廠所產，差敷目前所需，但未來需量，當十數倍於斯。我國未墾之地據內政部調查，尙有廿億畝以上，日本土地小於我國八倍，已產含氮人工肥計硫酸銨一百廿萬噸，氮石灰卅五萬噸。開墾增產乃我國策之一，十年內所需人工肥估計當不下一百卅萬噸。含氮人工肥最普通者爲硫酸銨及氮石灰，德國往昔提倡應用氮石灰不遺餘力，而將硫酸銨輸出以博取外匯，且因製造氮石灰以代硫酸銨，可節省大量硫酸，移作工業上使用，殊有見地。因硫酸銨含有八成硫酸根，故硫酸製造恆爲有限之硫黃礦所困。日本硫黃甚多，尙且從事大量製造氮石灰，蓋氮石灰之原料，僅爲碳化鈣與氧氣而已，以原料取給而論，

固利鈍判然也。以言成本，硫酸銨在戰前一噸約在一百十元，氮石灰一噸一百廿元（每度電以一分七厘計）至七十五元（若用水力電每度電以五厘計）較硫酸為廉，故假定十年計畫中需氮石灰以三十萬噸為目的，似非過高，如此需要原料炭化鈣二十四萬噸矣。

丁、化學原料需量

近世醋酸脫水醋酸以及丙酮多由炭化鈣製造。此種原料均為重要化學原料而廣泛應用於印染方面。醋酸在我國之用途，據調查用於印染方面百分六十，塗料百分之十，西藥及化學品百分十八，其他百分十二，我國印染工業及建築所用塗料工業其發展將佔先程，故醋酸需要當亦甚殷。又如近代人工材料受範物（Plastics）即可以醋酸為原料，美國僅此一方面所需用之醋酸已年達兩萬噸以上之巨，而醋酸又為凝固橡膠汁之用，南洋需要甚殷，每年多由日本供給，今後我可起而代之。查戰前我國醋酸需量年約五百噸，均為直接用途，十年內本國用及外銷當較此量增高廿倍。由醋酸製脫水醋酸丙酮等所需之量亦不在少數，估計十年內醋酸需要量以一萬五千噸計，如此需要原料炭化鈣三萬噸。自炭化鈣製造合成橡膠乃近代可貴之發明，美國及德國多以合成橡膠代替天然物。十年計畫需要橡膠五三·七〇〇噸，車胎二·七〇九·四二〇只。為量甚大。承平時時代，橡膠可由南洋華僑供給，不過旬日水程之遙，在非常時期誠不知將如何措置。故合成橡膠之製造，國家應列為基本工業之一，不能全從經濟點着想。至於應用炭化鈣製造合成樹脂合成纖維以及其他化學原料所需之量，尚不能詳

作估計，但吾人總估計化學原料上所需炭化鈣數量爲五萬噸，似非過高。

總以上所估計十年內各方面對炭化鈣之需量，計工業上五萬噸，燃料上十四萬噸，人工肥二十四萬噸，化學原料上五萬噸，共計四十八萬噸。惟需量增加過程將隨全面工業發展由漸而驟，大約最後三年中需量將陡增，其時火力水力發電當皆可供給低廉之電力矣。

三節 計畫原則

以上所估計之四十八萬噸，若減去燃料上所需之十四萬噸，僅有二十四萬噸，約當一九三六年日本本國之年產量，台灣朝鮮所產尙未計入。戰時日本所產之確數，雖未得悉，然可必其較此數爲大，因該年日本炭化鈣廠家，已有三十家，總容量年可產七十萬噸之多也。觀其前年在吉林省第二松花江旁建立一龐大電化廠，投資二億三千萬日元，占地三百萬坪，從事製煉焦炭及製造炭化鈣，年產單位且以十萬噸計，可見其重視斯業，並可想像其在國內國外對炭化鈣增加生產之努力。日人當先建此廠，實有二重目的，一因東省不產無烟煤，故須煉焦以爲炭化鈣之原料，而煉焦本身卽爲重要工業之一。再因由炭化鈣可製乙炔系工業原料，如氮石灰，正丁醇，醋酸，丙酮，丁二烯系合成橡膠等等，皆在計畫之中。惜此廠於去年只完成一部分，今日是否完整，尙在未定之天，如果完整，接收後可照原計畫逐步實施，則可成爲目前我國惟一大電化廠，且爲促使東省工業化主力之一。願東省僅爲我國一隅耳，我國幅員遼闊，八倍日本，未來實業全面發展時，則此依工業以盛衰之炭化鈣，吾人估計

十年後之需量，在三四萬噸，似非過多。吾人不揣鄙陋，曾草擬炭化鈣工業初步計畫，定其期限十年，與十年實業計畫探同一步驟，期於十年以內達到產量廿五萬噸之目的，將主要製造廠分設在長江流域，津唐，大同一帶。計畫書中，於未來成本及盈餘之估計，逐年擴充步驟之設計，皆曾論及，今僅爲讀者列舉並申論計畫原則，餘不贅述。

計畫建立炭化鈣廠須要符合下列條件

一、電爐容量設計須符合最高效率

二、電力供給須充沛低廉

三、原料取給須便利

四、廠址須與銷費中心接近

電爐量容不能過小，過小則一切效率皆顯低微，致使成本高昂，如五百瓩之電爐，理應每年出產七百噸，然因內在技術上困難，出產僅在三四百噸之間，故其出產效率，只達百分之五十左右。同時二千瓩電爐之出產效率可高達百分八十以上，此種內在技術上困難諸如電極構造，電爐內電氣現象，並可使用電用料效率降低百分二十，電費佔成本百分五十以上如前表所示，故用電效率關係甚重也。五百瓩爐與二千瓩爐若出產量相同時，則所需人工幾相埒，所不同者二千瓩爐之建設費較五百瓩爐多百分之五十，此多出部分建設費之官息與折舊，雖可使成本增加，然因大爐用電用料兩皆節省，可使成本減低，足以抵銷上項所增加者而有

餘。至五百瓩爐所予吾人種種技術上困難，尙置而未論也。

二千瓩爐較五百瓩爐，雖大四倍，然建設費則非照此比例增加，因變壓器容量愈小，單位價值愈高，且變壓器僅佔全建設費百分十三，試覽下表，即可了然。

一萬二千瓩廠建設費用表

一、建築

甲、廠基廠房，堆棧宿舍

乙、石灰窰

估建設費百分三十

二、設備

甲、電爐變壓器及其附屬設備

百分十三

乙、電熔爐及一切附屬設備

百分卅五

丙，預備及裝送原料設備

百分之五

戊、製電極及製桶設備

百分之十

已、試驗設備

百分之二

故吾人僉認合乎高效率之電爐容量，不能再較二千瓩爲低。在吾人所擬初步計畫中，所訂電爐容量單位爲六千瓩。現今最大單位有逾一萬五千瓩者矣。

夫電熱工業需要電力至爲龐大，而電費關係成本亦至深且鉅，無可諱言，因之一般人皆

或於電熱工業非水力電莫辦。自表面言之，水力電不用燃料，理應低廉，殊不知以我國情形而論，近十年水力電未見即遠廉於火力電，舉其原因約有三端。水力發電廠建設費龐大，我國利息高昂，通常公司官息均在八厘一分以上，因之此項官息折舊佔成本甚大此其一。水力源頭恆距離用電中心遙遠，而我國幅員又遼濶無比，因之輸電損失及管理費用皆影響成本不小，此其二。我國水力貯量雖大，但不普遍，將來勢必集中發電，建設較大發電廠，其初年工作効率必甚低微，且水力一年之中有枯涸之時，因之減低負載因數，凡此皆可影響成本匪淺，此其三。反之火力發電則無此三種缺點，而燃料在我國價廉量豐，故我國火力發電較他國爲廉，近煤區火力電，甚至可與水力電競廉，吾人曾一再言之，今願三復斯言，曰電熱工業非水力莫辦者，實亦似是而非之錯覺也。且水力電縱低廉，若罔顧原料取給，銷費中心二因子，終必遭遇失敗。茲舉一例，南美阿根廷火力發電甚高昂，乃於距海口四百英里之水力區建立一炭化鈣廠，於是原料取給須經四百英里之路程，自海口以達工廠，出品復須經四百英里之路程，自工廠以達市場，致使售價高於重洋舶來之貨甚多，難以競爭，乃一明例也。故水力區須同時已衍爲工業區，而後製銷兩得其便，我國YVA工業區全面發展斷非十餘年內事，此一電熱工業，時間上勢不能容許俟諸異日揚子水力，而運輸梗阻不暢，亦使沿海工業區所需要之炭化鈣，斷不能依恃彼三峽天賦之力耳。

我國火力發電民國廿二年已有四七八七〇五瓩，每年發電十三億四千三百萬度，（東省

除外)十年計畫之電力將增高十倍以上。我國煤藏豐富，工賃又極低廉，故火力發電，成本亦甚微，戰前礦區附近一噸烟煤之價格，鮮有超過法幣四元者，若以當時外匯合之，實爲世界最廉之煤。以一萬瓩發電廠而論，每度電需煤一磅二，僅合法幣二厘二毫，遠煤區如上海，武漢之煤價，得照礦價加百分一百五十左右，則每度電僅需煤費不過三四厘之間，以炭化鈣廠用電情形而論，負載因數(Load factor)甚高，若工廠容量與發電所中一單位發電容量相近則電費理應更爲低廉，合理電價不應超過一分法幣。戰前首都電廠曾售與揚子粉廠，一度電以一分七厘計算。卽以此價計算，再根據當時當地物價，則六千瓩廠所產之炭化鈣，每噸僅合美金四十餘元而已，低於美國成本，但仍高於日本國內成本，因日本水力電已充分發展，故甚低廉，每度電僅合日金五厘也。

我國水力貯藏量估計有四千餘萬匹馬力，長江宜昌一段一千萬匹馬力，巫峽以上二千萬匹馬力，惜皆未開發，但東九省已開發水力一百餘萬匹馬力，鴨綠江旁水豐水力電已有七十萬瓩，第二松花之豐滿已有三十五萬瓩，用超高壓二十二萬伏傳輸各地，規模殊爲宏大，蓋日人在東省努力水力發電，採取所謂「水主火從」政策是也。所須注意者，日人前在東省，深謀遠慮，對於各種工業皆有週詳計畫，力謀平均發展，其銳意開闢水力，系在着手整個工業計畫以後也。美國近積極協助我開發宜昌水力，聞初步計畫於十年內完成一百五十萬瓩之電力。但未悉政府有無週詳工業計畫，以配合此龐大之水力耳。我國既有無量藏煤，可供火

力發電，復有佔世界第七位之水力，將來電力供給必感充沛，足資發展矣。

原料方面，石灰取給甚便，因石灰岩分佈甚廣，無烟煤如陽泉則偏藏西北一隅，距離東南工業區甚遠，表面上取給似非便利，須視運輸情形而定。陽泉煤由正太，平漢鐵路以達武漢，再由武漢水運來東南各區，戰前運來一噸成本亦僅十五六元，售價稍低於鴻基煤。鴻基煤則由安南一水運至上海卸售，反覺便利。日本炭化鈣所用無烟煤，向來仰給於安南，惟日本自己有船運輸，故運費低廉。將來我國開闢海外航路，亦可自辦運輸。惟終以疏暢國內交通，採用國產煤爲上策耳。

自工廠至銷費中心一段運輸路線不能過長，過長則市價與出廠價格相差甚巨，一切工業品如此，炭化鈣亦不能例外。市價過高不但影響炭化鈣在工業上直接銷用，且間接影響乙炔系工業製品成本甚大，因炭化鈣佔人工肥氮石灰之成本約百分八十，佔醋酸成本約百分六十五，佔乙酐成本約百分六十，佔丙酮成本約百分六十二也。

總之，炭化鈣製造廠區域之選擇，不僅須毗連廉價電力區，如近煤區及水力區，復須距離炭化鈣及本系事業市場中心不遠。水力區製造炭化鈣，若謂因電力價低廉，毋寧謂水力區同時亦爲工業發展區，亦即炭化鈣消耗區，因炭化鈣銷路與工業之盛衰有密切關係，吾人會一再言之矣。茲再將吾人認爲適合製造炭化鈣之五大區域，分別論之以竟本篇。

一 涼瀝區 涼瀝爲工業萃會之區，自昔已然，今後將更見繁盛，尤以輕工業將向此區發展

，而區內鐵道綜錯，河川縱橫，接近海口，運輸稱便，為天然工商輻輳之區。

電力 火力電，燃料供給來源，北有津浦線中興煤，西有淮南線淮南煤，開灤撫順煤復可自海運進口，故供給殊感便利充沛。將來以南京為中心，西至蕪湖，徽州，東至上海，杭州，連絡富春江之水力，建設一揚子下流電力網，可使效率增高，可使給電臻於經濟化。

原料 原料所用之煤來源有二，一為山西陽泉無烟煤，由平漢南運至漢口，再航運來寧。一為安南鴻基無烟煤，由上海進口轉運。石灰則取給於首都附近。

產銷 由第一年至第十年遞增至年產量六萬噸，銷路對像為工業上需要及乙炔系化學原料製造需要。銷場揚子下流及浙江省。醋酸可由上海出口運南洋。

二

武漢區 武漢區地當平漢，粵漢，長江三運輸命脈之要衝，東西南北交通之樞紐，戰前工業已見發達，接近大冶鐵礦，由武昌經粵漢南下入湘省，礦藏尤富，將來揚子上游水力發電完成，本區將衍為重工業區。

電力 水力電，本區廠在第七年設立，屆時揚子江上游YVA水力發電當可完成，惟初年水力電成本未見即能低微。

原料 主要採用陽泉煤，石灰附近取給
產銷 廠於第七年設立，至第十年遞增至年產量六萬噸。銷路對象製造人工肥，供給區

域爲揚子流域，將來長江航運通暢，運費將降低。

三 湘省區 湖南礦產極富，爲中國資源寶庫，將來全面開發，必成重工業區。湘省復爲農

產區，交通則有粵漢線直貫全省，行將有鐵路通川，滇，桂各省。抗戰期中，湖南爲大後方之前衛，未來中國之心臟也。

電力 火力或水力電，揚子水力電如能遠達長沙，則用水力電。惟區內煤炭取給便利，火力電當亦低廉可取。

原料 宜章之漿水聞有極佳之無烟煤，如屆時已開發則加採用，否則用陽泉煤。石灰就地取給。

產銷 廠於第九年設立，至第十年遞增至年產量四萬噸。銷路小部分由粵漢南運，供給華南，及川滇桂內地工業上需要。大部分製造人工肥。

四 津唐區 天津工商繁盛，僅次於上海一埠，唐山爲煤礦及水泥製造重工業區，塘沽新港吞吐極大，一旦完成，更將使津唐區域工業愈臻發達。

電力 火力電，津唐區爲近煤區，平津唐山之間已建設電力網，使此區發電給電臻於經濟化，

原料 陽泉煤爲主。河北省所產則須精事選擇。石灰附近取給。

產銷 自第一年至第十年遞增至年產量六萬噸，銷路對象爲工業上需要及化學原料製造

五

業需要。成品天津外運，海陸均便。由唐山海運則須經秦皇島出口。

西北區 戰前我國西北工業未興，自日本侵略以後，西以大同煤礦爲一據點，東以龍烟鐵礦爲一據點，於其間建設基本輕重工業，使此距離海港千餘里之西北區，於六七年中漸臻工業化，卓有建樹，成績斐然，不啻爲我國開發西北，啓其序幕，亦足見侵略者之勃勃野心也。此區各工業中有炭化鈣廠二，其一設張家口下花園，廠量六千瓩，一設大同灰廠內，廠量未詳，目的在作代燃料之供給。因西北爲遠海區，汽油輸入困難，不得不不用代燃料。行駛此區客運自動車端賴之也。此後我國將繼續開發西北，使臻高度工業化。故應設炭化鈣廠。

電力 火力電，本區爲近煤區，當用火力電。

原料 用陽泉煤，石灰附近取給

產銷 自第一年至第十年遞增至年產量六萬噸，銷路小部分供給西北工業上需要，大部分暫作代燃料。運輸可由大同鐵路直達長安。

附篇 華中石灰工業概況

石灰用途至廣，不僅爲製造炭化鈣原料之一，且爲重要建築材料之一。又爲他種工業之原料，如水泥，冶金，肥料，玻璃，等等。茲根據前日人在華中所調查之石灰工業報告，將此區域石灰工業概況略述如次：

石灰石產區

我國蘇浙皖三省之石灰岩分佈極廣，如蜿蜒中部，縱貫南北之天目山脈自湖州附近橫斷太湖以迄蘇州城外皆產石灰，就中著名產地如長興湖州附近，宜興張渚附近，以及同山脈之太湖洞庭西山等處是也。又如南京東側之大茅山脈所產，龍潭及湯口鎮附近山岳地區所產皆爲佳種，南京和平門外沿江岸，巢湖東岸，九龍崗大通附近，以及淮河沿岸新河口一帶山岳區域，其石灰石產地，皆可枚舉。各地埋藏之豐，堪稱無盡藏也。今將江蘇，浙江，安徽石灰石產地列舉如次：

江蘇省 太湖洞庭山，宜興張渚附近，南京和平門外附近，南京湯水鎮附近。

浙江省 杭州翁家山，玉皇山之南及荆山以西山岳地帶，餘杭之南，合山，富陽之鐵塢，青雲橋，白鶴橋，河公廟，新登之長蘭，深嶺，桐廬之北峯，建德東鄉地區，安仁

鎮，蘭谿之諸葛鎮及東鄉之洞源，金華之北鄉前洞及東北鄉曹宅鎮，諸暨西北鄉白馬嶺村附近，蕭山南鄉義橋，馬鞍山，紹興灰灶頭，溫嶺東鄉長山及柴塘天安，裏長興之李家港，金村埠，陳灣山，黃龍洞及湖州附近一帶。

安徽省 巢縣附近，九龍崗大通附近，新街口附近。

石灰生產狀況

華中石灰石產地既如上述之普遍，顧石灰生產狀況若何？據所調查七大區域之石灰生產報告，則知各地情形皆同，即設備簡陋，工事腐敗，效率低微是也。調查中三十六家石灰窯之總容量，每月雖可產二萬二千噸，但民國卅一年六月只產三千七百六十噸而已。

由石灰石製石灰，須經過五步驟，一採石，二送窯，三煨燒，四冷卻，五出窯。採石例用爆藥爆炸岩石使碎，然現今仍有用手掘者，此或因戰時一時現象。至於燒窯之構造，質料，式樣皆遠距標準甚遠，三十六家中，甚至尚有土窯者二家，可以概見。燒窯或於溪旁建立，或依傍斜岩，直徑大者十公尺，小者一公尺，高約四五公尺，構造式樣陳舊，設計無效率可言，更不知 CO_2 Recorder 之設備爲何物矣。窯容量大者可容原石二百噸，小者可容原石十噸，平均一百廿至一百四十噸之間。燒成百分率約爲百分之五十左右，故每窯每次可燒六七十噸之譜，每兩個月約可開窯三次。至於所用燃料，胥爲稻草，木柴，松枝，三十六家之中僅南京和平門外前村上洋行及九龍崗大通用煤爲燃料而已，故燒成溫度甚低，約介乎六百度

至八百度之間，因之燒成時間不得不延長至兩週之久，若用煤燒，時間僅需七日，因燒成溫度可高達一千度以上也。燒成後冷卻時間，因季候不同而異，夏日所需時間約倍於冬日。石灰出窯以後須移入防風雨之處所，否則出窯工作將為天氣所左右。各家皆無貯藏室，往往以空窯代用，故不能接受大量訂貨。

今將可產六七十噸燒窯之工程上所需時間列表於次：

工程	煤 燃 料		草 燃 料	
	夏	冬	夏	冬
送 窯	夏四日	冬六日	夏四日	冬六日
煨 燒	夏七日	冬七日	夏十二日	冬十二日
冷 却	夏四日	冬二日	夏四日	冬二日
出 窯	夏二日	冬二日	夏二日	冬二日
總 計	夏十七日	冬十七日	夏廿二日	冬廿二日

煨燒時間與原石質地頗有關係。

今將上海蘇州杭州南京巢縣九龍崗大通蚌埠等區域之石灰生產狀況列表表示如次：

地 區	每月最大生產額(噸)		每窯一次生產額(噸)		燒成百分率(%)	
	三一九五	三一	平均六七	平均五七		
上 海	三一	三一	平均六七	平均五七		
崑 山	二一〇	二	平均七〇	平均五〇		
太 倉	二一〇	二	平均七〇	平均五〇		

蘇州	二六一八	二七	平均六五	平均四八
常熟	七八〇	八	平許六五	平均四七
無錫	一二三五	十	平均六五	平均四八
吳江	九八	一	平均六五	平均四七
平望	四四二五	四四	平均五七	平均四八
杭州	一二六〇	十二	平均七〇	平均五〇
長興	七五〇	十	平均五〇	平均五〇
宜興	七五〇	十	平均五〇	平均五〇
龍潭	二六四九	二九	平均六三	平均五〇
湯水鎮	一九五〇	二〇	平均六五	平均五〇
橋頭	三九〇	五	平均六五	平均五〇
高資	七五	二	平均二五	平均五〇
和平門	二七八	三	平均四〇	平均五〇
渣澤	一八〇	二	平均六〇	平均五〇
巢縣	八〇	四	平均一〇	平均五〇
九龍岡	一八〇	三	平均二〇	平均五〇
大通	三〇〇	五	平均二〇	平均五〇
蚌埠	三九〇	十三	平均一〇	平均五〇

(上表民國卅一年六月至十二月調查)

上表中上海地區包括上海附近鎮市，閔行，閘港，洙涇，泗涇，北新涇，七寶鎮等。市區則以小沙渡路，周家橋生產量最大。上海為華中石灰消費最大地區，民國卅一年上半年平均每個月進口一千噸。供給來源不限當市一隅，且由崑山，太倉，蘇州附近及松江，杭州附近等處供給。蘇嘉線平望之陳墓鎮及蘆墟生產甚高，前者一千餘噸，後者約三千噸。上海市需有自此兩處供給者。

品質分析

華中所產石灰石，據調查及試驗結果，大體皆甚優良，可稱為純石灰，即所含氧化鈣皆達百分五十六之標準，一般夾雜物皆在百分之五以下，堪作工業原料之用。全區域以南京和平門外，龍潭，橋頭三處為最佳。今將各地石灰石品質分析報告列表舉示如次：

華中石灰石分析品質表(百分率)

產地名	氧化鈣	氧化矽	氧化鐵	氧化鋁	氧化鎂	灼熱減量	純度	優劣次序
長興湖州附近楊家山	五六·一三	〇·〇八	〇·一五	〇·七八	四三·二六	九九·三九	五	
太湖洞庭西山元山	五六·三一	〇·一四	〇·三一	〇·六〇	四三·〇八	九九·三九	四	
宜興張渚附近銅官山	五六·三八	〇·一一	〇·一九	〇·七三	四三·三三	九九·七一	二	
龍潭大石山	五五·二四	一·六三	〇·五〇	〇·六七	四二·二四	九七·九八	十	

龍潭正盤山	五六·七四	〇·一六	〇·二三	〇·六一	四二·三〇	九九·〇四	八
龍潭西黃龍山	五六·三一	〇·〇八	〇·二一	〇·六五	四三·一一	九九·四二	三
龍潭富彭山	五六·六七	〇·一〇	〇·二七	〇·五一	四三·二六	九九·九三	一
龍潭樓霞山	五四·七八	〇·七六	〇·二八	〇·九八	四三·二〇	九七·九八	十一
南京和平門外張家山	五六·一六	〇·一八	〇·二一	〇·七五	四三·一〇	九九·二六	七
橋頭鎮霧岐山	五五·九〇	〇·〇九	〇·一二	〇·四二	四三·四七	九九·三七	六
巢縣附近鷹子山	五五·六八	一·一一	〇·四〇	〇·三三	四二·四八	九八·一六	九
九龍岡附近花山	五五·一二	五·一四	〇·七〇	〇·六九	三八·三五	九三·四七	十三
新城子附近大風山	五二·九四	〇·三〇	〇·一七	四·四五	四二·一四	九五·〇八	十二

觀上表則知除九龍岡附近花山所產特多氧化矽，及新城子大風山所產特富氧化鎂以外，餘地所產之品質皆極佳良，用作炭化鈣，水泥，冶金等原料以及高級建築材料，無不美滿適用也。

今將各地所燒石灰之品質分析列表示如次

產地名	氧化鈣	氧化矽	氧化鐵	氧化鎂	灼燒減量	完全燒成石灰量
南京和平門外村上洋行	八八·八六	〇·一一	〇·一七	〇·六五	一〇·二一	九八·九六
蘇州齊門外洽記石灰窰	七三·二八	〇·二〇	〇·三〇	〇·七二	二五·一六	九八·六四
龍潭大興公司	七二·五一	〇·〇八	〇·一五	〇·五一	二六·七五	九八·九九
上海閘行永鑫昌煉灰廠	七二·二一	痕跡	〇·四二	〇·九九	二六·三八	九八·〇九

平望大豐石灰廠	七一·八七	痕跡	〇·二六	〇·九三	二六·九四	九八·三七
吳江大順石灰廠	七一·三一	痕跡	〇·二八	一·一三	二七·二八	九八·〇六
南京湯水鎮附近	七〇·五六	痕跡	〇·四八	一·二〇	二七·七六	九七·六七
橋頭鎮四方山窯	七五·三七	〇·〇九	一·二四	一·三七	二一·一二	九五·五五
巢縣散兵鎮窯	八〇·〇六	二·六二	二·一三	〇·八九	一四·三〇	九三·四二
九龍崗大通附近	六九·〇二	〇·五〇	一·一二	二·九一	二六·四五	九三·八四
蚌埠淮南產業公司	六四·六四	〇·七〇	〇·四九	六·三八	二七·七九	八九·五二

觀上表知巢縣所產含矽特多，蚌埠所產含鎂甚多而一般市品皆不佳良，此非關原石質地，原石質地固極優良，市品所以不佳者，純因煨燒不能完全也。如前節所述，各地燒窯設備簡陋，而所採用之燃料，悉爲稻草，溫度僅及六七百度，何能望其完全燒透，上表所示灼燒減量有高達百分廿七者。如能完全燒透，則石灰量可以增加如底一列所示之量，則可稱爲純良石灰矣。

總之，華中一帶所產石灰原石質佳而量豐，惟各地所燒煉之石灰成品品質，多不能符合工業上需要，因燒煉方法仍不脫離原始式，求如近代化煉灰廠之設備，絕無所見，即謂華中製煉石灰之工業，尙未萌芽，亦非過甚其辭，於茲可覘我國工業落後至如何程度。戰後建築興繁，對此一建築材料，需要至爲殷迫，故於石灰製煉工業，非速謀興辦不可。至於化學原料製造廠，如炭化鈣廠，對於所用石灰之品質，類須嚴格規定，欲求製造順調，出品精良，當以自採佳石，自設煉窯爲上策，不能求諸目前市品，吾人已於前章述及之矣。

本書所引化學化合物中英學名表 (根據徐博士英漢化學新字典)

中名	名英	頁中名	英名	頁
氧化鈣	calcium oxide	(10) 氧化矽	silicon dioxide	(16)
氧化鋁	aluminium oxide	(50) 氧化鎂	magnesium oxide	(16)
苦土	magnesia	(67) 氧化鐵	ferric oxide	(16)
氧化汞	mercuric oxide	(45) 氫氮基化鈣	calcium cyanamide	(40)
磷化鈣	calcium phosphide	(41) 硫化鈣	calcium sulphide	(41)
磷化氫	phosphine	(14) 硫化氫	hydrogen sulphide	(14)
氮化矽	silicon hydride	(37) 氰化氫	hydrogen cyanide	(49)
矽鐵合金	ferro-silicon	(16) 氮化鋁	aluminium nitride	(16)
乙氧基化鋁	ethoxy aluminium	(46) 氮化鎂	magnesium nitride	(16)
氮化砷	arsine	(14) 碳酸鈉	sodium carbonate	(48)
甲烷	methane	(38) 乙烷	ethane	(38)
四氯乙烷	tetrachloroethane	(50) 丁烷	butane	(57)

乙炔	ethylene	(35) 異辛烷	iso-octane	(46)
異丁烯	iso-butylene	(51) 丁二烯	butadiene	(46)
三氯化乙炔	trichlorethylene	(50) 二氯化乙炔	dichlorethylene	(50)
氯代乙炔	vinyl chloride	(53) 醋酸乙炔	vinyl acetate	(53)
乙炔	acetylene	(9) 乙炔基乙炔	vinyl acetylene	(56)
醇	alcohols	(45) 二碘乙炔	di-iodoacetylene	(51)
乙醇(酒精)	ethyl alcohol	(46) 甲醇	methyl alcohol	(47)
丁醇	butyl alcohol	(35) 丙醇	propyl alcohol	(51)
多乙烯醇	poly-vinyl alcohol	(55) 正丁醇	normal butyl alcohol	1 (51)
醚	ethers	(37) 丁二醇	butylene glycol	(57)
醛	aldehydes	(47) 丙酮氫醇	acetone cyanhydrin	(55)
乙醛(醋醛)	acetaldehyde	(35) 酯	esters	(37)
疊乙醛	metalddehyde	(46) 甲醛(蟻醛)	formic aldehyde	(53)
丁醛	butyraldehyde	(5) 三聚乙醛	paraldehyde	(46)
巴豆油醛	croton aldehyde	(46) α -1-羥丁醛	acetaldol	(46)
丙酮(木酮)	acetone	(35) 酮	ketones	(47)

乙酸(醋酸)	acetic acid	(35) 酚	phenols	(47)
乙酐(脱水醋酸)	acetic anhydride	(35) 冰醋酸	glacial acetic acid	(53)
乳酸	Lactic acid	(49) 草酸	oxalic acid	(49)
蘋果酸	maleic acid	(46) 巴豆油酸	crotonic acid	(46)
肥酸	adipic acid	(60) 丙烯酸	acrylic acid	(53)
乙酸鉀	potassium acetate	(48) 乙酸鈉	sodium acetate	(48)
乙酸乙酯	ethyl acetate	(46) 乙酸鈣	calcium acetate	(48)
胺	amides	(47) 乙二胺	ethyldiene diacetate	(47)
二氰二胺	dicyandiamide	(42) 醛氮	aldehyde ammonia	(47)
苯	benzene	(51) 乙二胺	hexamethylene diamine	(60)
乙炔墨	acetylene black	(51) 乙苯	ethylbenzene	(55)
蒽	anthracene	(51) 喹咪黃	quinoline yellow	(51)
安替比靈	antipyrin	(51) 吡啶	pyrozol	(51)
尿基甲脛	guanylurca	(42) 氯化硫醯	sulphuric oxychloride	(48)

