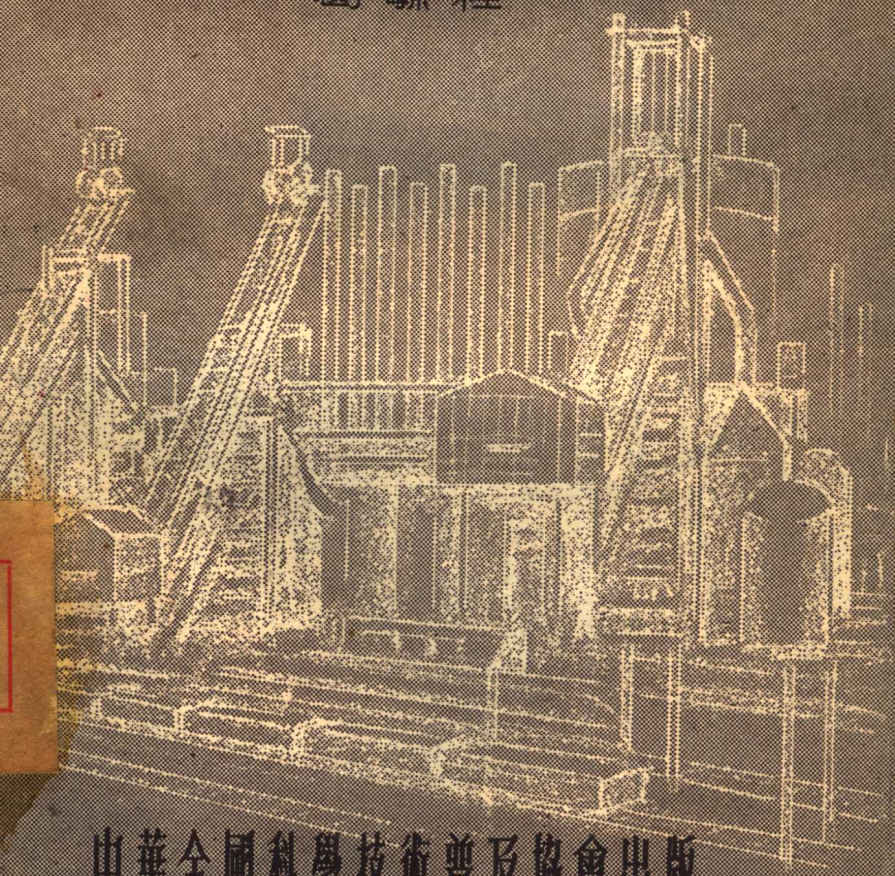


鋼鐵工業知識

煉焦知識

葛毓桂



中華全國科學技術普及協會出版

鋼鐵工業知識 煉焦知識

葛毓桂



中華全國科學技術普及協會出版

一九五五年·北京

科 普 小 冊 子

蘇聯的鋼鐵工業	林宗彩著	1角2分
鞍鋼三大工程	李馬可等著	1角9分
鞍鋼煉鐵和煉鋼的技術革新	楊毓英等著	1角5分
探礦的基本知識與我國地下資源的發現	謝家榮著	1角3分
煉鐵知識	周傳典著	1角3分
採礦知識	劉之祥、公殿煥著	1角6分

出版編號：163

煉 焦 知 識

著 者：葛 毓 桂

責任編輯：陳 少 新

出版者：中華全國科學技術普及協會

(北京市文津街三號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第053號

發行者：新 華 書 店

印刷者：北 京 市 印 刷 一 廠

(北京市西便門南大街乙一號)

開本：51×45毫米 印張：11 字數：14,500

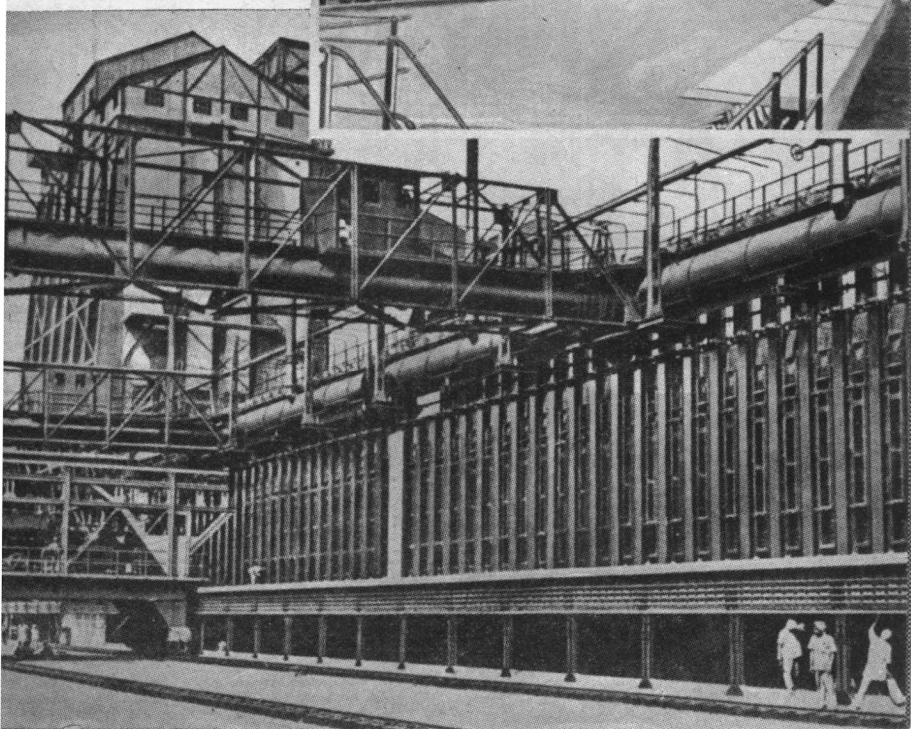
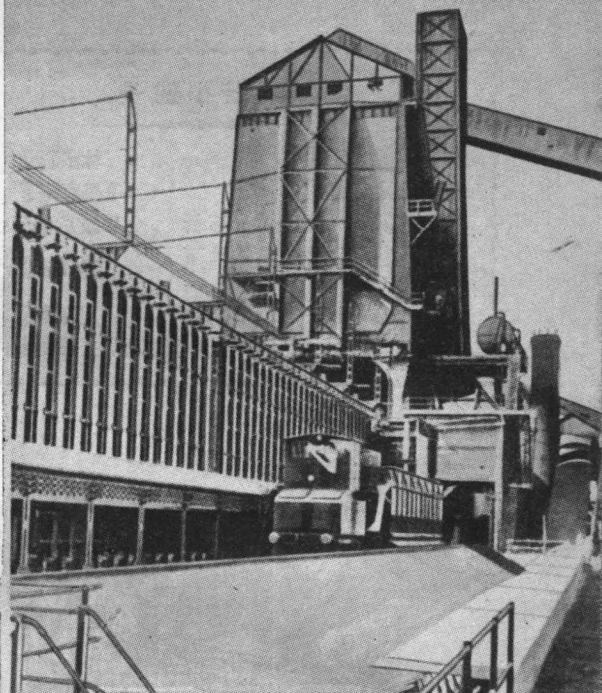
一九五五年六月第一版 印數：5,500

一九五五年六月第一次印刷 定價：1角3分

煉焦爐圖：

→ 焦爐受焦側。

↓ 焦爐推焦側。



本書提要

焦炭在冶金工業中起着巨大的作用。把合適的煤置于密閉的容器中，在高溫下進行乾餾，獲得的固體殘骸稱為焦炭。這種乾餾化學過程（也叫做炭化過程）稱為煉焦。煉焦時還獲得焦爐煤氣和煤焦油等化學產品。這些化學產品再經處理還可得到很多有用的化學製成品。

這本小冊子以煉焦為中心，把原料煤、煉焦爐的結構、煉焦操作及主要化學產品等問題作了綜合而簡要的介紹。

目次

煤的生成、性質和成份.....	1
煉焦用煤的技術分類.....	5
煉焦用煤的選擇和處理.....	6
現代主要煉焦爐.....	8
煉焦爐的技術操作和管理.....	15
煉焦過程和生產程序.....	17
焦炭的種類、性質、用途及檢驗方法.....	21
煉焦化學產品的生成和回收.....	22
煉焦化學工廠佈置的鳥瞰.....	25

煤的生成、性質和成份

煤的生成 煤是埋在地下的寶藏，是固體的可燃物質。目前全世界有 $\frac{3}{4}$ 的能量是靠煤來供給的，每分鐘要消耗約 150 列車的煤。煉焦化學工業是煤的科學加工和用煤的主要環節之一。

根據對煤的構造及成份的科學研究，斷定了煤是由以前各地質時期中植物殘骸變化成的。

在地史的各世紀中，以石炭紀最適於植物的生長和繁殖。那時氣候溫暖潮濕，空氣中含大量的二氧化碳氣，生長在沼澤湖海邊沿的石炭紀植物，如木賊、石松類和單齒類等長得又高又大。由這些大樹漸漸死亡傾倒的大量植物，先行腐爛，繼而沉沒水底，其上又重新生長植物。已腐爛積聚的植物逐漸失去它所含的一部份氧氣、氮氣和氫氣，同時碳素就集聚起來——這就是**成煤作用**。在木材和煤中，碳、氫、氧、氮的含量顯然不同，就是這個緣故。

經過這樣變化形成了所謂**泥煤**，它是植物殘骸變成煤的最初階段，也是初步產物。

由於地殼劇烈變動，植物殘骸上層覆蓋了泥土砂石，上邊長起植物，又因地殼變動而陷入泥土砂石中，經過幾次這樣的變化，因而在同一地表下面往往可發現許多個煤層。

被泥土岩石覆蓋了的泥煤，由於岩層的巨大壓力和高溫的影響，進一步又分解出各種氣體，含炭量因而就相對地多了。

煤的分類 依煤的原始物質來說可分為兩大類。由腐爛植物積聚生成的煤稱為腐植煤，由湖裏微生物及各種海藻殘骸變成的煤稱為腐泥煤。

腐植煤在自然界的蘊藏和分佈遠較腐泥煤為廣，因化學成份不同可區分為褐煤，煙煤和無煙煤三類。下面簡要介紹這三類煤的物理性質。腐泥煤的經濟價值較差，這裏不談了。

褐煤——褐煤含碳45—70%分低級高級兩種。低級褐煤呈現肉眼可見的木材纖維結構，這是由植物殘骸變成煤的具體證明。其組織疏密不等，顏色灰褐。高級褐煤沒有明顯的植物殘骸式木質殘骸的痕跡，顏色由褐而黑。褐煤的主要特徵是水份高(25—30%)，熱量小，放置空氣中易變成粉末，無焦結性，不能作煉焦用煤。

煙煤——顏色由暗黑而亮黑，固定碳高(82%)，發熱量大。它的揮發份含量頗不一致。(11—45%)煙煤依其性質分為幾種。下面介紹蘇聯煤礦頓巴斯和庫茲巴斯的煙煤分類表(見表一和表二)。

無煙煤——硬度大，色黑有光澤，斷口銳利，所含熱量(約900—9200卡)和碳(95%)很高。主要作動力燃料，一部份製煤氣。近來冶金上的煉鐵爐也開始用高熱(800—1200°C)處理過的無煙煤來代替焦炭。

表一 頓巴斯煙煤分類

煤的種類	牌號	揮發份%	黏結性	游離氫%	發熱量 (卡)	應用範圍
貧質煤	T	<17	無	5.1—4.8	8150	動力燃料
鍋爐黏結煤	ΠС	12—18	弱	3.5—4.9	8650	煉焦輔助原料
煉焦煤	K	18—26	強	3.5—5.0	8650	煉焦
鍋爐瀝清煤	ΠЖ	26—35	強	3.0—5.0	8500	煉焦輔助原料
製氣煤	Г	35—44	弱	2.0—4.0	7850	動力燃料或化工原料
長焰煤	Д	>42	無	—	7600	同上

表二 庫茲巴斯煙煤分類

煤的種類	牌號	工業分析					黏結性	應用範圍
		水份%	灰份%	硫份%	揮發份%	發熱量(卡)		
煉焦煤	K	2.5—4.5	8—9	0.4—0.5	20—25	8000—8500	強	煉焦
煉焦輔助煤	K ₂	2.5—4.5	7.5—8.5	0.4—0.5	17—20	8500—8650	能黏結	煉焦 部份煉焦 動力燃料 為主
弱黏結煤	CC	2.5—5.0	4—10	0.3—0.5	11—13	8200—8500	弱	同上
鍋爐瀝清煤	ΠЖ	3.5—5.0	6—12.5	0.5—0.8	—	8100—8600	弱	同上
貧質煤	T	4.5—6.0	10—19	0.7	6.5—7.0	8400—8500	不	動力燃料

煤的成份 煤都是由可燃體（揮發物、固定炭）和無機物（灰份、水份）兩個基本部分組成的。現分別介紹如下。

煤的可燃體也叫有機體，恆呈層帶狀，就煤岩相（註一）區分為四種：

(1) 鏡煤——斷口呈殼狀，外表極亮，質地緻密，灰份在2%以下。

(2) 亮煤——夾層很厚，甚至整煤層為亮煤，灰份2%以下。

煤中若含大量的上兩種煤層，煉焦性就強，經濟價值也就高。

(3)暗煤——色暗，質堅無層理(註二)，層常厚，灰份6—12%。

(4)絲炭——外表如碎木炭屑，狀如扁豆，常位於煤層的層理面上。灰份15—25%。不能焦化。

揮發物是煤經加熱分解昇騰的物質，其中含有沼氣、氫氣、二氧化碳、一氧化碳、飽和及不飽和的碳氫化合物及氮氣等。

煤中礦物質有四種來源：

(1)由植物殘體積聚而來，稱為原生礦物；(2)在植物殘骸積聚時間混入的砂石泥土；(3)包圍煤層的岩石沖積物強烈沉積並攪入煤中；(4)採煤過程中混入的頂板或底板的矸石(註三)。

水份存在於煤中有三種形式：(1)原生的內在水份，以化學方式與煤結合，(2)煤塊孔隙中吸附水份，在105°C加熱二小時可驅除；(3)煤塊外表附着水份，自然乾燥或在50°C烘乾就可去除。

硫份的存在也有三種形式：(1)植物殘骸中的有機硫，(2)黃鐵礦或稱硫化鐵(FeS_2)；(3)硫酸鹽(CaSO_4 及 FeSO_4)的硫。

確定煤的生成、成份、性質和用途等採用下列方法進行試驗：(1)元素分析；(2)工業分析；(3)篩別試驗；(4)物理性檢驗，如比重、顏色、硬度、彈性、摩擦係數、煤塊形狀等；(5)煤相檢定；(6)洗選試驗；(7)溶劑提取及(8)氧化、氫化、和鹵素化等。

上述各法各有短長，都可了解一部份性質，可互相補益，

而不能彼此代用。要想掌握煤的全面情況，就得盡量採用一切方法。

煉焦用煤的技術分類

煤的煉焦性 照表一和表二應用範圍欄提示，祇有煙煤才適合煉焦。黏結性煙煤，或與無黏結性煤混合使用。

在試驗室的一定條件下，將煤在坩堝中進行炭化，其炭化過程和殘骸特徵，對煤的煉焦適宜性，可得到初步的判斷。

蘇聯煤礦工業中預測煤的**煉焦性**是採用Л. М. 薩柏尼柯夫創造的膠質層試驗方法。

這個方法是以測定**膠質層厚度**(Y)和**體積收縮度**(X)兩個煉焦指數來決定煤的結焦性。

體積收縮度，是利用儀器的自動裝置，把試驗過程自動紀錄下來的曲線，稱為**體積曲線**。由體積曲線的紀錄上可看出煤在某時間某溫度經加熱而收縮的程度。

煤在儀器中加熱到 350°C ，可以開始測量其膠質層，每隔一定時間測量一次，直至 750°C 為止，所得結果即為煤的膠質厚度。

煉焦煤的技術分類 蘇聯國家標準(ГОСТ 1280—48)是以煤可燃體的揮發份(V^F)及膠質層厚度(Y)兩個指標把某些煤礦的煉焦煤作了技術上的分類。例如庫茲巴斯煤田，喀拉甘達煤田，吉澤爾煤田等即是，詳見表三。

目前我國煉焦煤尚未技術分類、科學機關亟應分區按層，採取煤層煤樣，有計劃有系統地按薩柏尼柯夫試驗方法，進行 X - Y 的測定，結合揮發份指數，做出科學的分類，這種工作對

國民經濟有巨大意義。

表三 煉焦用煤技術分類

煤 田	類 別 名 稱	符 號	揮發份 V% ^o	膠質層Y公厘
庫 茲 巴 斯 煤 田	氣煤第一類	Г ₁	37以上	17—25
	氣煤第二類	Г ₂	37以下	13—16
	肥煤第一類	Ж ₁	33以下	25以上
	肥煤第二類	Ж ₂	33—38	25以上
	煉焦肥煤	КЖ	24.5—28	14—25
	煉焦肥煤第一類	КЖ ₁	28—31	14—25
	煉焦肥煤第二類	КЖ ₂	22—25	12—14
	煉焦煤第一類	К ₁	17—21	10—12
	煉焦煤第二類	К ₂	17—21	7—9
	貧質黏結性煤	TC	17以下	6—9
喀 拉 甘 煤 田	肥煤	Ж	—	20以上
	煉焦第一類	К ₁	—	12—19
	煉焦第二類	К ₂	—	8—11
吉 澤 爾 煤 田	氣煤第一類	Г ₁	—	11—13
	氣煤第二類	Г ₂	—	8—10
	肥煤第一類	Ж ₁	—	19以上
	肥煤第二類	Ж ₂	—	14—18

煉焦用煤的選擇和處理

煉焦煤的選擇 由於冶金工業及與其相伴隨的煉焦化學工業大規模的發展，爲了提高焦炭質量，煉焦用煤的精選，在國民經濟中具有首要的意義。

蘇聯 1946—1950 五年經濟計劃中，規定建立高度技術水平的 271 個選煤廠，每年處理原煤一億七千五百萬噸。計劃中

指出要保證在 1950 年內，凡煉焦用煤的灰份超過 7% 動力用煤的灰份超過 10% 的，必須用機械選煤法精選。

原煤精選的目的，是清除煤中的有害成份，以便改善其品質。煤中的灰份和硫份，是最有害的部份，另外水份和磷份也要盡量的降低。

根據實際經驗，焦炭灰份每增加 1%，則煉鐵爐中焦炭消耗量就要增加 2.2—2.3%。由於焦炭消耗的增加，不但煉鐵爐生產量降低了 2.2—2.3%，而石灰石（熔劑）需要量則增加到 4%。由此可知，焦炭含灰量的增加會給冶金工業帶來多麼大的危害。很顯然，焦炭含灰愈低，它的質量愈高，在煉鐵爐中它的消耗量就愈少，因之煉鐵爐的生產量也就相對提高了。

焦炭中硫份含量對煉鐵工業危害性更大，硫份每增加 1%，焦炭多消耗 17%，石灰石多消耗 37%，而礦砂的消耗量也增加到 2.8%，同時煉鐵爐的生產反降低了 16%。就硫在煤中的危害性來講，一般認為，1% 的硫相當於 8% 的灰份。

煤中含過高的灰份及水份，運輸時須佔用一部份交通工具，非常不利。尤其是冬季卸下凍結的煤貨車，會發生嚴重困難。所以要運到遠方的煤必須經過精選。

蘇聯冶金工業要求煉焦煤的基本規格是：灰份等於或低於 7%，水份不能超過 8%。焦炭中含水量不超過 1.7%。

煉焦煤的處理和配料 品質優良的焦炭，不僅應有很大的機械強度，更要求可能少的含灰量及硫量。要滿足生產優良焦炭的要求，對原料煤的處理要符合下列條件：（1）配料的煉焦性要好；（2）配料中灰及硫含量要低微；（3）配料的品質要均勻，粒度要適中；（4）配料水份不得超過 8%。

企圖使煉焦煤符合上列各條件的要求時，必須預做下邊一系列的處理工作：（1）煤的收受與儲存；（2）煤的精選（清除灰份、硫份）；（3）煤要破碎到適於煉焦的粒度（通常是3—0毫米）；（4）用精確的份量來配製配料，並把應加入的各種物料摻和起來，以求品質和粒度的均勻。

收受原煤工作，就是從鐵道上的車輛將煤卸於煤槽或煤場的工作。原煤由煤槽利用運輸系統送入破碎混合部門，進行精選前的手揀矸石和破碎到80—100毫米的兩步操作。此時各不同品種的煤炭要分別裝入相當的煤倉。

原料煤再從破碎篩分部門送入洗選設備。已洗過的煤炭由洗選廠送配煤槽，各種不同品種的煤按一定的比例配合，再送至細破碎設備，破碎到3—0毫米。用運輸機送入儲存煉焦配料的煤樓。然後裝入煉焦爐內。

上面所講，煉焦前煤炭的收受、加工、破碎和摻和等一系列連續工作，是煉焦化學工廠中許多連續操作系統之一。

配料的基本要求，是保證生產品質優良的焦炭。至於怎樣決定各不同品種的煤摻和比例，是根據試驗的結果來確定的。

預測已經配好的煤煉焦性，可按薩柏尼柯夫膠質層試驗方法進行。配料的範圍一般在 $Y=16-20$ 毫米， $X=20$ 毫米。

現代主要煉焦爐

煉焦爐的發展簡史 人類知道使用焦炭已有二千多年的歷史。原始生產焦炭方法非常簡陋，大致把煤堆起，上面四週覆蓋泥土，傍側和頂上各留孔道進行燃燒，促進炭化，這種原始生產方法的焦炭產量約為煤重的33%。後來煤堆四週改築磚牆，

牆內砌有氣孔和烟道，這樣產量可增到煤重的 55%。

後來又改進到蜂房式煉焦爐也稱做火焰爐，它的特點是煤的揮發物一經揮發即在爐內燃燒以提高原煤的利用率，但可惜的是揮發物內富有經濟價值的成份，一部份散失，一部份燒掉，有的火焰爐也加裝推焦器、加煤車及運輸帶等半機械化設備。火焰爐的焦炭產量可提高到 65%。焦炭顏色為銀灰色，呈長柱形結構。

以上那些形式的煉焦爐已經落伍，不再被人使用了。

現代煉焦爐的特點，也是區別於舊式煉焦設備的所在，就是原料煤經炭化所產生的煤氣，經焦化室頂部的特備孔眼，由爐內排出，再由巨大管子輸送到化工廠去加工。經化學加工廠提取煤焦油，苯和氨氣後，或再送回煉焦爐供加熱之用。現在蘇聯絕大部份的新工廠，都採用煉鐵爐煤氣來加熱。煉焦爐煤氣的發熱量高，在燃燒時能發生大量的熱能稱為富氣，可用來供給各種需要巨量熱能的爐子，如煉鋼爐及加熱爐，或作為化工廠進一步煉製之用。煉鐵煤氣及發生爐煤氣稱為貧氣，熱能甚低。新式煉焦爐都採用複合式，即又可用富氣也可用貧氣或混合使用。

至於利用燃燒廢氣的含熱，把燃燒所需的空氣加以預熱，是煉焦爐進一步的發展。利用熱廢氣預熱空氣的爐子叫做蓄熱式爐。燃燒廢氣的含熱傳達到隔牆的剩餘熱，溫度可達到 1000—1300°C 之高，空氣流經隔牆間進行預熱，再流入燃燒室幫助氣體燃料燃燒。預熱過程是在位於炭化室下面的各蓄熱室進行的。

所有現代煉焦爐的結構小異而大同，不但都要收回化學產品，並且還都具有蓄熱室。煉焦是高溫化工作業，主要建築

料是砂質耐火磚。

現代主要煉焦爐 蘇聯在建築中和工作中的煉焦爐的型式有好幾種。本文僅就蘇聯國家煉焦設計局的標準煉焦爐培克耳一格普耳型煉焦爐，作簡要的介紹。

每座煉焦爐都是由整列的焦爐組成。組成煉焦爐的爐數是不一定的。此型標準煉焦爐，在蘇聯曾經煉焦設計院修改過，由 69, 65, 61, 55 或 45 個爐子組成，此型煉焦爐爐組皆為奇數。蘇聯新建焦爐，為便於操作都採用 61 個爐子組成的焦爐。

複合式加熱的培克耳一格普耳型焦爐，在蘇聯最為通用。

焦爐建築在混凝土基礎平台上，平台下設有烟道（每側各二），烟道與烟道之間，有通風道，供冷卻混凝土基礎之用。和通風道相連的小通風道，埋置於烟道下部。烟道和通風道都與焦爐的縱軸線相平行。

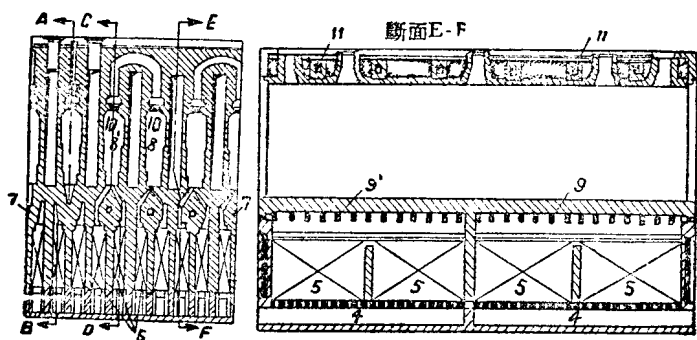
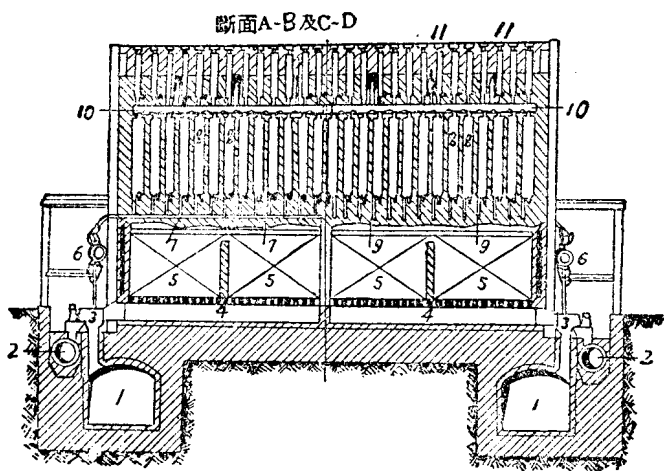
培克耳一格普耳型焦爐的特點，是在炭化室頂上有橫貫跨越的火道，因而能使整個燃燒室同時加熱。

每個炭化室下部都有窄寬兩個蓄熱室；窄的（311.5 厘米）供預熱空氣；寬的（341.5 厘米）供預熱貧煤氣。當用焦爐煤氣加熱時，兩室全預熱空氣。煤氣室和空氣室的寬度不同，因而體積也不等，這是因為預熱空氣所需熱量比預熱煤氣所需熱量少的緣故。

每個蓄熱室都用橫牆隔成兩半，又每段蓄熱室又有不砌到頂部的橫牆，以保證蓄熱室全長度上的氣流分配均勻。

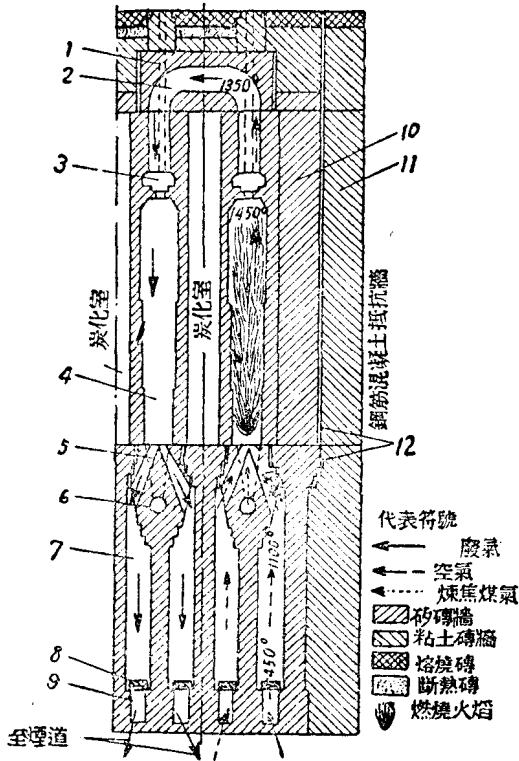
圖一表示此型焦爐的縱橫斷面圖。並藉此圖說明在用煤氣加熱時的程序。

煉焦爐煤氣由烟道走廊的煤氣管 6，經焦爐兩側同時進入



圖一 培克耳—格普耳型焦爐縱橫斷面圖。

分配支管到煤氣道 7，再進到燃燒室的全部火眼 8 內。煤氣道中央也被隔斷，分成二段。燃燒用空氣從地道 1 吸入，經過廢氣盤 3 到小烟道 4，再到蓄熱室 5。熱空氣由蓄熱室經斜道 9 入燃燒室的全部火眼 8 內。煤氣在火眼內燃燒，廢氣則上昇至



圖二 培克耳—格普耳型焦爐燃燒過程圖：

- 1—看火眼孔道；2—橫貫火道；3—水平火道；4—火眼；5—斜道；
 6—煤氣道；7—蓄熱室（格子磚未示出）；8—籠子磚；9— S T烟道；
 10—砂磚隔熱牆；11—粘土磚隔熱牆；12—溫度線。