

## 內 容 提 要

本書是一本关于煤及如何煉成焦炭以及煉焦所產生的化学產品如何回收等的書，虽然書中所有敘述和數據等都是有关美國的，但是对一般煉焦工業來講是一本着重实际而且比較全面的書。

本書由上海市煤氣公司生產技術科譯出，并推荐为煤、焦及煉焦化学產品訓練班課本及中等技術學校参考用書。

### 煤、焦及煉焦化学产品

上海市煤氣公司生產技術科節譯

\*

科技卫生出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业許可証出093号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总經售

\*

統一書号：15 · 774

(原科技版印4,000册)

开本 787×1092 1/27 · 印张 16 2/27 · 字数 336,000

1958年10月新1版

1958年10月第1次印刷 · 印数 1—5,000

定价：(10) 2.00元

## 譯 序

國內過去適合于初級與中級技術人員閱讀的煉焦化學工業方面的書籍很少。近年來虽有部分譯自俄文的專業書，但一般說來理論較深，讀者吸收較困難；其內容則大都偏重煉焦與完全氣化，對碳化煤氣的製造敘述甚少。

上海市煤氣公司在 1956 年吸收了一批初中畢業的青年，擬培養為初級技術人員，因而急迫需要一本煉焦化學專業的教科書。由於公司新建、擴建任務緊張，抽不出技術人員來專門編寫這方面的專業書，一時又找不到適當淺顯的俄文專業書來翻譯，因而不得已從英美出版的專業書中找到本書英文版加以翻譯，以應急需。原書在 1949 年寫成，1950 年出版，迄今已八九年，據悉未曾再版增訂，八九年來煉焦化學工業方面的進展情況未能包括進去，是其缺點之一；其次，原書中對煤的分類、煤源分布等都只談美國情況，採用英美制標準，使用較不方便。但原書內容較為淺顯，敘述面較廣，基本上能符合上述教學要求；同時也適合一般煤氣從業人員來作進修之用。

全書共十六章，第一章緒言，第二章介紹燃燒的簡單理論，第三至第五章敘述煤的起源、分類與准备工作，第六章至第九章講解煉焦過程，第十章至第十二章介紹化學產品的回收，第十三章專述以製造煤氣為主的碳化過程，第十四章簡敘低溫碳化。最後二章，即第十五章與第十六章，全部從資本主義國家的觀點出發來談碳化工業的經濟特點和發展前途，我們認為參考價值不大，決定刪去。

目前在煉焦化學工業方面的專業名詞很不一致，這給翻譯工

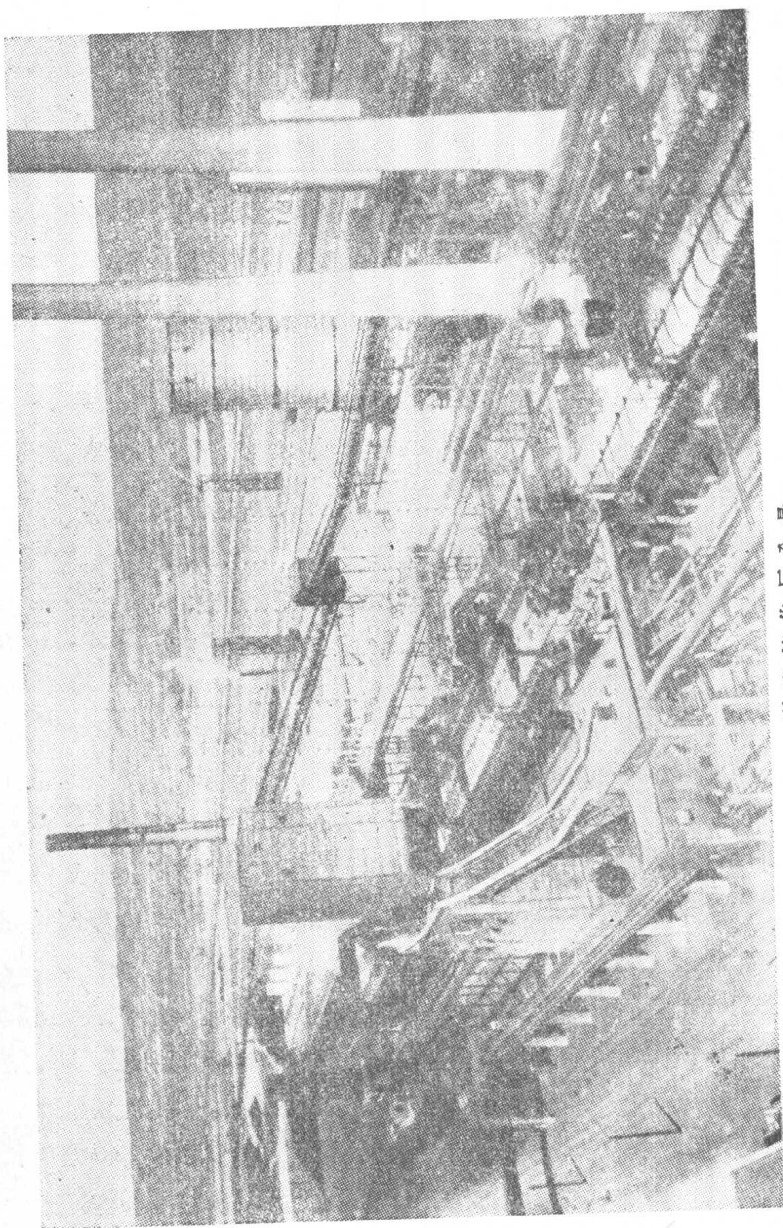
作帶來了很大困難，譯文主要以中國科學院“化學化工術語”作為一般名詞的依據，部分術語則根據我們的習慣稱法。由於我們對翻譯工作缺乏經驗，譯文比較粗糙，錯誤更在所難免，希望讀者和專家們多多指正。

參加本書翻譯工作的有許乃茂、胡宗樞、詹允昭三同志，參加審查校閱工作的有徐嘉森、吳幹甫、詹保恒、富佩、周浚明、王振華、許乃茂等同志。本書早在1957年六月底譯成，由於公司新建、擴建工作繁忙，參加技術審查的同志大都系公司工程技術的主要負責人，雖在百忙中抽出業餘時間審稿，但時間拖得較長，因而至今始能騰清出版。

這本書的能夠正規化出版，完全是科學技術出版社在出版事業上躍進的表現。他們不但主動下公司組稿，在審稿、整理以及翻印圖片等方面給了我們許多方便，並趕時間來配合公司技訓班的教學進度，謹此表示謝意。

上海市煤氣公司

1958年5月



副產煉焦廠全景

# 目 錄

1969

譯序	1
第一章 原煤碳化的性質及範圍	1
第二章 燃料及燃燒	6
第三章 煤的起源分類及性質	42
第四章 碳化用煤的特性	74
第五章 煉焦用煤的準備及選洗;煤的貯藏	97
第六章 煉焦爐	137
第七章 副產焦爐的煉焦過程	176
第八章 高溫焦炭	198
第九章 煤氣	230
第十章 氨及銨鹽	279
第十一章 輕油	322
第十二章 煤焦油	360
第十三章 以製造煤氣為主的原煤碳化	387
第十四章 幾種低溫碳化方法和克倫-諾路士法	405

## 第一章 原煤碳化的性質及範圍

当煤在隔絕空气的情况下热分解时，發出多种揮發性的產物，而在爐內遺留下一種固体、多孔、含碳的殘留物，即焦炭——此項过程謂之煤的碳化。碳化作業主要分高温与低温两种。高温碳化过程中，焦炭的最終温度通常达  $900^{\circ}\text{C}$  以上，而在碳化爐的加热焰道里温度更高。高温碳化用在副產煉焦爐或蜂巢式煉焦爐以生產冶金焦炭，亦用在副產煉焦爐、煤气爐或煤气碳化爐以制造煤气。低温煉焦过程中，焦炭最高温度通常不超过  $700^{\circ}\text{C}$ 。低温作業的產物是燃料氫化工業的原料，但是也有是以生產家用和工業用無烟燃料为目的。低温作業方法頗多，它的基本區別在于碳化所需热的傳導方法。除高温和低温碳化之外，使用中温的方法亦有所發展。

副產煉焦是一種最重要的碳化方法，其產物在人們的生活中占有很重要的地位。高温焦炭为高爐所用的燃料，这类焦炭百分之九十以上出自副產煉焦爐。高温焦炭亦为鑄造厂、其他工業与家庭方面所用的燃料。碳化所產揮發物主要由煤气、氨、焦油和輕油等組成。煤气亦系一種重要的燃料。絕大部分的氨可以轉化为硫酸銨，這是一種最重要的氮肥。从輕油和焦油可提煉苯、甲苯、二甲苯、酚、萘、雜酚油、筑路用和屋面用的焦油、以及其他粗制或精制的焦油產物。煉焦爐的揮發性產物一直被稱為“副產物”，不过近年來鑒于其重要性，才改稱為“煉焦化學產物”。

煤气碳化爐的主要產物是煤气。其焦炭以及其他煉焦化學產物在用途上虽和副產煉焦爐所產的各項同類產物相仿，可是这种焦炭并不最适用于冶金之用。

低溫煉焦工業所產焦炭大都用于家庭取暖方面。此類焦炭雖較高溫焦為脆弱，但是反應性較強，在某些應用方面來說，這是一個優點。低溫作業的煤氣產量，要比副產煉焦時小得多，所產油類在特性上也和高溫煉焦有所不同。自從固體燃料氫化工藝發展之後，低溫煉焦所得焦油可用作氫化的原料，並即用低溫焦炭制氫。由於低質煤可用來進行低溫煉焦，在缺乏液體燃料的國家，都注意這一工業而把所有化學產品加以利用。

試將烟煤加熱，便有棕黃色或褐色烟冒出，此即煤中所含的揮發物。此烟大都為輕油、氨和若干種焦油化合物等等的气体所組成，而呈一種由於懸浮焦油的微粒所形成的外表特征。揮發物逸出後的含碳殘渣，燃燒時不會再冒烟。

在煉焦過程中，煤在隔絕了空氣之下被加熱，一直到揮發物完全發出為止。焦炭經冷卻或熄火後就可供作燃料用。

煉焦時用來加熱的燃料通常就是煤本身的一部分，或者是碳化所得的產物如煤氣和焦炭的一部分。以蜂巢式煉焦的情形來說，是現在仍舊沿用的一種最古老的方法，它煉焦時所需的热，就是靠爐內的揮發性產物和部分煤或焦炭燃燒而來的。燃燒所生之熱從圓拱形的爐頂反射到煤堆的上面。所有揮發性產物都被燒掉，成為燃燒產物而從爐頂的孔穴逸去。剩下的只有焦炭。

至於副產煉焦爐或煤氣碳化爐，煤在一個完全封閉的碳化室內加熱，碳化室只留出一個揮發物的出口孔。碳化室牆內砌有焰道，氣體燃料在焰道內燃燒，所生的熱經由爐壁傳導到室內所裝的煤上。這裡所用的氣體燃料可利用碳化煤氣，也可利用發生爐煤氣。通過這種碳化方式就可以把所產煤氣及焦油回收起來而適當地淨化為各種不同的產品。

在歐洲方面，從煉制木炭的方法發展起來煤的碳化事業，大約已有三百年以上的歷史。最初用煤堆進行煉焦，煤堆內利用大塊煤和木片砌成焰道，因之，部分煤燃燒所生的熱就傳遍整個煤堆。

煤堆上面先复以泥土或湿的焦屑然后燃点。几天之后，焦結好了，將火熄滅，焦炭便可掘出备用。

之后，煤堆逐經改進，便有了固定的焙道和爐膛。这一类建筑物廣泛地建在煉炭或煉焦的地区。蜂巢式煉焦爐約在1763年起源于英國，大概就是从这种結構發展起來的。这是一座以火磚砌成形如蜂巢的圓頂碳化室；煤从爐頂的孔穴加入，扒平后，便开始煉焦。爐的側面設門一道，燃燒時所需空气即由此進入，煉成的焦炭亦由此排出。

大約在蜂巢式煉焦爐發展起來的時候，才有人开始認識到煤受熱而產生的煤气和焦油是有用的，并即致力于这些產品的制煉。1792年，謀道克氏(W. Murdock)發展了把煤放入鉄制的碳化爐內加熱煉制煤气的有效方法；1802年，他的住宅和他的僱主在英國伯明翰的厂里，首先用煤气照明。这种碳化爐最初是傾斜式的，借煤在下部爐柵上燃燒來加熱。

1860年前后，在法國和其他的一些歐洲國家中，建有好多种类型的帶有回收揮發性產物的煉焦爐。象近代的爐子那樣，碳化室呈長方形，每端用門密閉。各型爐子采用不同的焙道体系，它包括爐底焙道及兩爐間隔牆內的水平焙道和直立焙道。不同的加熱設計在英、德、法、比等國都不斷地得到了發展，而在美國直到1893年才有副產煉焦爐的興建。此年，在紐約的昔拉喀斯地方索尔未氮碱公司的工厂里建立了由塞美氏設計的十二孔爐子，主要是用來提煉索尔未氮碱法所需的氨。这家公司还利用了所產焦炭和煤气为燃料。

在随后的几年中，这些新式爐子所出的揮發性產品的价值就得到了証實；还有，焦炭的質量也吸引了熔鉄業方面的注意。当副產焦炭是適合于高爐之用的这一事实一經确立之后，塞美、奥托等公司隨即添建了更多的副產煉焦設備。高爐焦炭固然是一个主要的目标，然而煉焦化学產品的丰富，也未始不是一个導致大家設置



副產煉焦爐的因素。1906年，美國伊利諾地方的鋼鐵公司興建了好多組由德國科卜斯設計的副產煉焦爐。儘管此項副產煉焦技術有了成功的進步，但在第一次世界大戰之前的一些歲月中，它的發展還很緩慢。1914至1918大戰的幾年中，迫切需要氨、苯和甲苯來製造炸藥，需要焦油產物來合成染料，因為從德國進口染料的來源已斷絕，同時鋼鐵工業大量擴充；因之，副產煉焦業的繁榮異常迅速。

一般焦炭的生產百分之九十以上是由副產煉焦爐煉制的。蜂巢式煉焦爐現在不過是一種多餘着的生產設備，經常擱置不用，只有到了焦炭供應異常緊張的時候，才會用到它。

副產煉焦工業，除了為鋼鐵工業服務外，又已發展為最大的煤氣生產者，供應着城鎮的家庭用戶和工業用戶。美國城市煤氣現在只有一小部分是煤氣碳化爐製造的。但是為公用事業服務的副產煉焦廠在數目上要比鋼鐵工業所需要的少得多。

低溫煉焦產品在性質上不同於副產煉焦產品，而且也不易代替後者的用途。當時的許多廠，現在還存在的只有一個。這一個廠每年碳化用煤的數量，只不過是煉焦工業用煤總量的很小一部分。

低溫煉焦工業在歐洲比較成功。例如英國比較普遍地大部分家庭都利用壁爐取暖，適用低溫煉焦工業供應的無煙燃料。在歐洲的一些國家里，這一類作業作為煤的綜合利用的一個重要方向，足証其有發展的价值。

優良煉焦煤供源充沛乃煉焦事業能夠順利進行的重要關鍵。因此某一地區上等煉焦煤供源豐富，就可以保證了同一地區用焦最多的鋼鐵業和副產煉焦工業的發展。

蜂巢式煉焦爐一般是建在礦場的附近，至於副產煉焦爐和煤氣碳化爐等，則通常設在靠近消費者的地區。煉鋼廠多數是把副產煉焦爐建在自己的廠內或其鄰近。屬於公用事業的煉焦企業也

都設在服務地區的左近。

煤和副產煉焦操作法將是以下各章的主題。低溫煉焦和煤氣碳化爐雖亦將有所述及，但以其僅居次要的地位，故不擬作深入的研究。現因鑒於煉焦工業既是燃料的供應者，又是燃料的消費者的這一重要性，所以準備在下章簡單地先從各種燃料和燃燒說起。

## 第二章 燃料及燃燒

### 燃 料

燃料乃一种物質,在氧化时發生大量的热或光,可供工業与家庭方面的利用。燃料放热發光的这一氧化作用即謂之燃燒,往往在空气中温度上升时發生。

各种主要商品燃料均为碳与氢的化合物,重要者如下:

#### 气 体 燃 料

##### 天然的:

1. 天然煤气及其各組分
2. 各种液化石油气

##### 人造的:

1. 碳化爐煤气
2. 煏焦爐煤气
3. 發生爐煤气
4. 水煤气
5. 增热水煤气
6. 油煤气
7. 石油煤气
8. 高爐煤气
9. 乙炔

#### 液 体 燃 料

##### 天然的:

1. 石油或原油

##### 人造的:

1. 石油餾分及殘余物
2. 煤焦油及其餾分
3. 醇类(甲醇、乙醇等等)
4. 頁岩油及其餾分

#### 固 体 燃 料

##### 天然的:

1. 木材

##### 人造的:

1. 焦炭

- |        |          |
|--------|----------|
| 2. 泥煤  | 2. 木炭    |
| 3. 褐煤  | 3. 煤磚或煤球 |
| 4. 烟煤  | 4. 石油焦炭  |
| 5. 無烟煤 | 5. 膠态燃料  |

这些燃料構成我們最重要的能量源泉，几占总量的百分之九十。其余百分之十为水力。水力虽然是能量中最便宜的一种，可是它的用途却不免由于以水力發電場所的限制而受到了約束。

有些工業过程所用的原料，也含有若干組分能在氧化时放热。所放的热如可利用，这类組分可列为輔助类型的燃料。投入轉爐的生鐵，其中所含之碳矽錳以及其他雜質便是屬於輔助类型燃料的一些例子。这些元素連同部分的鉄，在氧化时發出煉制轉爐鋼所必需的热量。制造硫酸时，硫磺氧化为二氧化硫所發生的热常被利用于產生蒸汽及其他操作。又如硫化銅礦石等冶煉操作中也產生了相当可观的热量。

表 2-1 至表 2-3 所示为上列大多数燃料的燃燒特性。

**气体燃料** 气体燃料的优点如下：

1. 可用管子輸送。
2. 不含灰分，通常不含其他雜質。
3. 燃燒狀況容易控制，在不同的要求条件下，可以保持均勻的溫度。到处可以运用它的热量，用的过量空气極少。凡此都是有利的保證燃燒爐效率高的因素。
4. 燃燒爐內气体成分可根据需要調節成氧化或还原狀況。
5. 着火溫度低，通常在  $460 \sim 750^{\circ}\text{C}$  之間。
6. 在多种的应用中，气体可在蓄热器或換热器中預热。預热可提高溫度，減少热損失，而增加热效率。
7. 許多气体燃料可从低級的固体燃料制得。
8. 气体燃料可直接用于內燃机。

在另一方面，各种气体燃料，特别是人造气体，所用的儲器及

表 2-1 典型商品

气体名称	气体成分, 按容積百分比								
	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	發光物	
								C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
天然煤气:									
匹茲堡			0.8			83.4	15.8		
堪薩斯	0.8		8.4			84.1	6.7		
洛杉磯	6.5					77.5	16.0		
商品丁烷			(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 93.0 和 C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 7.0)						
商品丙烷			(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 100.0)						
碳化煤气(臥式 碳化爐)	2.4	0.75	11.35	7.35	47.95	27.15		1.32	1.73
焦爐煤气	2.2	0.8	8.1	6.3	46.5	32.1		3.5	0.5
發生爐煤气(每 磅焦炭用0.6 磅蒸汽)	6.4		52.8	27.1	13.3	0.4			
水煤气:									
用焦炭制的	5.4	0.7	8.3	37.0	47.3	1.3			
用烟煤制的	5.5	0.9	27.6	28.2	32.5	4.6		0.4	0.3
增热水煤气	3.0	0.5	2.9	34.0	40.5	10.2		6.1	2.8
油煤气	4.7	0.3	3.6	12.7	48.6	26.3		2.7	1.1
高爐煤气	11.5		60.0	27.5	1.0				
石油煤气:									
液相热裂		0.2	0.6	1.2	6.1	4.4	72.5		
汽相热裂	0.2	0.2	0.5	1.2	13.1	23.3	21.9	39.6	

## 气体的性質

比重 (空气=1)	燃燒所需空气 量 立方呎/ 立方呎	热 值		气体每立方呎 的 燃 燒 產 物				理論火焰温度 (無过量空气) °C
		英热单位/立方呎		H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	合計	
		总热值	净热值					
0.61	10.58	1129	1021	2.22	1.15	8.37	11.73	1961
0.63	9.13	974	879	1.95	0.98	7.30	10.23	1946
0.70	10.05	1073	971	2.10	1.16	7.94	11.20	1955
1.95	30.47	3225	2977	4.93	3.93	24.07	32.93	2005
1.52	23.82	2572	2371	4.17	3.00	18.82	25.99	2016
0.47	4.68	542	486	1.15	0.50	3.81	5.46	1982
0.44	4.99	574	514	1.25	0.51	4.02	5.78	1988
0.88	1.00	135	123	0.17	0.34	1.33	1.82	1650
0.57	2.10	287	262	0.53	0.44	1.74	2.71	2021
0.70	2.01	261	239	0.47	0.41	1.86	2.74	1932
0.63	4.60	550	508	0.87	0.76	3.66	5.29	2052
0.47	4.73	551	496	1.15	0.56	3.77	5.48	1999
1.02	0.68	92	92	0.02	0.39	1.14	1.54	1454
1.00		1650	1524					
0.89		1475	1351					

表 2-2 典型液体燃料的性质

燃料名称	比重 15.5°C	重量 磅/加侖	元素分析, 按重量百分比				热 值			
			C	H <sub>2</sub>	S	H <sub>2</sub> O	未定的	总热值 英热單位/磅	净热值 英热單位/磅	总热值 英热單位/加侖
汽油	0.757	6.30	84.3	15.7				21,000	19,506	132,384
煤油	0.817	6.80	84.7	15.3	0.02			20,000	18,545	136,040
汽油										
堪薩斯州	0.850	7.08			0.18			19,748		139,816
俄克拉何馬州	0.865	7.21			0.21			19,474		140,407
直綫柴油										
堪薩斯中洲混合体	0.901	7.51	86.5	12.38	0.46		0.76	19,182	18,002	144,031
低液面的热裂残余										
堪薩斯中洲混合体	1.014	8.45	88.5	9.07	0.67		1.51	18,077	17,212	152,714
通过急驟热裂的残余										
堪薩斯中洲混合体	1.011	8.42	88.9	9.80	0.56		0.74	18,277	17,345	153,947
苯	0.88	7.33	92.4	7.6	0.05			18,050		132,100
副产焦炭爐煤焦油	1.20	10.0						16,200		162,000





管子比輸送同等熱量的油所用的儲器和管子都要大得多。天然煤氣一類的高熱值氣體，可用壓縮或者液化的方法來縮小儲器的體積。至於發生爐煤氣或高爐煤氣，用過大的儲器不切合實際，所以爐子應靠近生產地點，庶可邊產邊用。不過，煤氣倘有剩餘，便會白白地被放入空中。

**天然煤氣** 天然煤氣主要成分為烴烴族中揮發性較高的碳氫化合物，甲烷  $\text{CH}_4$  和乙烷  $\text{C}_2\text{H}_6$ 。即使有不燃氣體存量，一般都很低。天然煤氣有從油井隨原油而來，也有從設在油田附近的气井中取得；其熱值每立方呎 1000 ~ 1400 英熱單位不等，高於其他氣體燃料。天然煤氣極少預熱，因為其中的碳氫化合物在溫度提高後會分解而成碳。碳粒的沉積會在預熱器和通往燃燒器的通道中來把氣流塞斷。

**各種液化石油氣** 石油氣和天然煤氣中均有丙烷  $\text{C}_3\text{H}_8$ ，丁烷  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  和戊烷  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ 。這些都是烴烴族中僅次於甲烷、乙烷的高級物，其揮發性依次較低。丙烷和丁烷的二種同分異構體在常溫及常壓下均為氣體，但很易液化。戊烷的三種同分異構體在正常狀況下均為液體，沸點在  $25^\circ\text{C}$  與  $35^\circ\text{C}$  之間。將天然煤氣加壓和冷卻，可使大部分的丙烷、丁烷和戊烷在液態中分離。它們也是石油蒸餾過程中的初餾物。用精餾的方法可使丙烷、丁烷、戊烷與其他化合物等彼此分開得更為純淨。這些液狀的碳氫化合物裝入油車、鋼筒、鋼瓶出售時，就通稱為“瓶裝煤氣”，供應給一些不便裝煤氣管綫的用戶。這些氣體實際上都是純淨的化合物，所以一經汽化便成為一種性質均勻的燃料。在氣體狀態時，它們的熱值每立方呎 2500 ~ 3000 英熱單位不等，比天然煤氣的熱值更高。它們在工業方面可供直焰空氣加熱、金屬切削、煤氣增熱和象退火操作中的大氣控制等等用途。

**碳化爐煤氣和焦爐煤氣** 各種人造氣體燃料中要以碳化爐煤氣的歷史最為悠久。臥式和直立式煤氣碳化爐將在第十三章叙