

石油工業技術叢書之九

石油初餾設備 操作讀本

蘇聯A. II. 畢秋金著



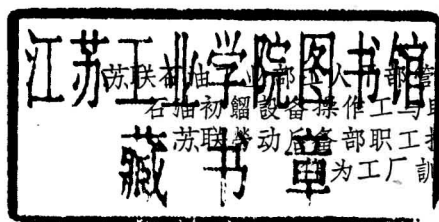
石油工業出版社

石油工业技术叢書之九

石油初餾設備操作讀本

苏联 A.Π. 毕秋金著

張 焱譯



苏联石油工业部管理局审查作为培养与提高
石油初餾設備操作工与助理操作工的技术教材
苏联劳动后备部职工技术学校委员会推荐
为工厂訓練班教材

石油工业出版社

內 容 提 要

本書介紹了物理及化學的基本知識，並以淺顯易懂的形式闡明了蒸餾和精餾的原理；也討論了蘇聯最通用的石油和重油煉制設備的流程設計，煉油機械及設備的構造和用途。

書中也介紹了管式常壓設備和真空設備的實際管理方法及斯達哈諾夫操作法。

本書可作為培養與提高石油初餾設備操作工與助理操作工的技能訓練班的教科書。

А. П. ПИЧУГИН

ОПЕРАГОР УСТАНОВКИ

ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社 (ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1951年列寧格勒版翻譯

統一書號：T15037·121

石油工業技術叢書之九

石油初餾設備操作讀本

張 焱譯

*

石油工業出版社出版 (社址：北京六鋪炕石油工業部內)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

850×1168¹/₃₂開本 *印張7 ⁵/₁₆ *195千字 *印5,031—7,031冊

1953年12月北京第1版第1次印刷

1958年7月北京第1版第3次印刷

定價1.90元

譯者的話

本書原名“Оператор установки первичной перегонки нефти”，由蘇聯勞動後備部批准作為煉油廠職工訓練班的教材。書中文字通俗易解，敘事深入淺出，對石油蒸餾和精餾的基本原理、操作過程和蘇聯現在採用的各種直餾設備，都有詳盡的闡述和介紹。就我國情況來說，此書不僅可供一般煉廠職工閱讀，同時也可充作石油工業學校的教本。

全書從開譯至定稿，曾幾經改動，自審翻譯態度尚不可謂不嚴肅；書中技術名詞，則大抵以石油管理總局所編的「煉油工程名詞」為準；但以限於譯者的業務知識和語文修養，錯誤和疏漏之處一定難免，尚希讀者和專家隨時指正。

在翻譯過程中，曾得到何俊英工程師的指導，並承他在百忙中校閱譯文，非常感激。全書譯竣後，更參攷了曹理卿同志的中文轉譯稿（其根據為左也夫同志的英譯稿），得到不少教益，併此致謝。

張 焱

一九五三年九月於北京

目 錄

譯者的話

第 一 章 基本理化知識	7
第 1 節 物質的分子構造	7
第 2 節 物質的三態	8
第 3 節 物理變化與化學變化	9
第 4 節 物體的質量	10
第 5 節 物體的重量	11
第 6 節 密度和比重	12
第 7 節 相對密度和相對比重	13
第 8 節 熱	14
第 9 節 物體在溫度增高時的膨脹	15
第 10 節 熱的傳播	17
第 11 節 熱量的測定	19
第 12 節 物質的比熱	20
第 13 節 壓力	21
第 14 節 液體的壓力的傳達	22
第 15 節 液體加給容器底和容器壁的壓力	23
第 16 節 連通器	24
第 17 節 氣體的壓力	25
第 18 節 大氣壓力	25
第 19 節 高氣壓和低氣壓的測定	27
第 20 節 化學的研究對象	28
第 21 節 簡單和複雜的物質	29
第 22 節 原子量和分子量	30
第 23 節 基本的化學定律	30
第 24 節 化學符號和化學式	31

第 25 節	原子價	32
第 26 節	幾種化學元素	32
第 二 章	石油的化學成分和物理化學性質	35
第 27 節	石油的化學成分	35
第 28 節	石蠟族烴（烷屬烴）	37
第 29 節	不飽和烴	38
第 30 節	環烷族烴（環烷屬烴）	39
第 31 節	芳香族烴	40
第 32 節	石油中的混合物	40
第 33 節	石油的物理性質	41
第 34 節	石油的分類	45
第 三 章	採油和主要煉油方法概說	50
第 35 節	蘇聯重要的油田	50
第 36 節	構成石油礦床的條件	52
第 37 節	鑽井	52
第 38 節	採油	53
第 39 節	石油在礦場的收集和儲存	53
第 40 節	石油的運輸	54
第 41 節	石油直餾的任務及其發展	54
第 42 節	熱化學煉油法	56
第 四 章	石油蒸餾和精餾的原理	59
第 43 節	蒸發	59
第 44 節	使空間飽和的蒸汽	59
第 45 節	飽和蒸汽的壓力與溫度的關係	60
第 46 節	過熱蒸汽	61
第 47 節	沸騰	62
第 48 節	石油的蒸餾	64
第 49 節	漸進蒸餾和一次蒸餾	67
第 50 節	真空蒸餾	68
第 51 節	在蒸餾石油時水蒸汽所起的作用	70

第 52 節	水蒸汽的消耗	72
第 53 節	分餾	74
第 54 節	精餾	75
第 55 節	泡罩式精餾塔的操作	76
第 56 節	兩部混合液的精餾	78
第 57 節	三部混合液的精餾	80
第 58 節	複雜混合液的精餾	80
第 59 節	迴流的方式	84
第 60 節	精餾的精確程度	85
第 五 章	煉油前的準備工作	88
第 61 節	天然氣的分離和石油的穩定	88
第 62 節	選油	88
第 63 節	石油的不純性質對於煉油工作的影響	89
第 64 節	石油乳化液	91
第 65 節	石油乳化液的破壞法和石油的脫鹽法	92
第 66 節	石油的鹼處理法	96
第 六 章	石油直餾設備的流程設計	98
第 67 節	設備的型式	98
第 68 節	各種管式常壓設備的流程示意圖	99
第 69 節	一級蒸發常壓設備	100
第 70 節	二級蒸發常壓設備	105
第 71 節	在蒸發塔中預先進行蒸發的常壓設備 —— [蘇維埃管式設備]	107
第 72 節	蒸餾重油用的管式真空煉油設備	111
第 73 節	管式常壓-真空煉油設備	115
第 七 章	石油初餾工廠的機械和設備	119
第 74 節	管子爐	119
第 75 節	精餾塔	129
第 76 節	真空塔	136
第 77 節	塔的真空構造	140

第 78 節	換熱器	142
第 79 節	冷凝器和冷却器	145
第 80 節	泥水沉澱器	147
第 81 節	除水器	143
第 82 節	儀表	148
第 83 節	高溫計	149
第 84 節	自動溫度調節器	150
第 85 節	壓力表	151
第 86 節	液體、氣體和蒸汽流量計	152
第 87 節	液面調整器	153
第 88 節	氣體分析器	154
第 八 章	管式常壓設備的操作	157
第 89 節	管式常壓設備的開爐	157
第 90 節	管式常壓設備的正常操作	164
第 91 節	調整煉油設備操作狀態的例子	172
第 92 節	管式煉油設備的停爐	175
第 93 節	煉油機械的修理和清洗	177
第 94 節	事故的預防和消滅	178
第 95 節	設備操作的計算和記錄制度的實行	181
第 96 節	斯達哈諾夫的工作方法	182
第 九 章	管式常壓設備的實驗檢查工作	189
第 97 節	輕質石油產品的性質和用途	189
第 98 節	寬餾分的生產	194
第 99 節	實驗檢查的重要性	195
第 100 節	密度的測定	196
第 101 節	餾程的測定	200
第 102 節	黏度的測定	202
第 103 節	閃點的測定	203
第 104 節	膠質的測定	205
第 105 節	凝固點的測定	205
第 106 節	石油中輕質產品可能含量的測定	206

第 107 節	含硫試驗	207
第 108 節	銅片腐蝕試驗	208
第 109 節	辛烷值的測定	208
第 110 節	蒸汽張力的測定	208
第 111 節	水分和機械雜質的測定	209
第 十 章	管式真空設備的操作	211
第 112 節	管式真空設備的開爐	211
第 113 節	真空設備的正常操作	213
第 114 節	停爐	216
第 115 節	預防和消滅故障的措施	217
第 十 一 章	管式真空設備的實驗檢查	219
第 116 節	潤滑油的性質及其用途	219
第 117 節	實驗檢查的重要性	222
第 118 節	以「圈球」法測定熔點（軟化點）	222
第 十 二 章	石油初餾設備的安全技術和消防措施	224
第 119 節	工傷及其防止方法	224
第 120 節	消防措施	225
第 十 三 章	勞動組織、技術定額、工資	228
第 121 節	管理初餾設備的勞動組織	228
第 122 節	勞動定額和工資定額的制訂	230

第一章 基本理化知識

第 1 節 物質的分子構造

一切存在於自然界和圍繞着我們的東西，都叫做物理體，或簡稱物體。凡構成物體的，都叫做物質。水、空氣、銅、石油、石蠟、玻璃等等，這一切就是各種各樣的物質。

現代科學證明：所有的物質，都是由極微小的、甚至在顯微鏡下面也不易被發現的所謂分子的小顆粒組成的。分子與分子之間，都隔有一定的距離，並且都處於不斷的運動之中。分子與分子之間，也保持着相互的吸引力，即所謂分子凝聚力。

任何物質的分子就是物質的最小顆粒，這些分子具有那種物質的全部化學性質。

凡固體都可以分成細小的部分。糖塊可以放在乳鉢裏碎為糖末，但每一細粒仍然不失為保有着糖的全部性質的糖粒。金塊可以碾壓而成為 0.0001 公厘的薄片。液體可以提供更出色的薄膜。例如，一滴油在水的表面，可以展伸而構成 0.000001 公厘厚薄的油衣。

物體的這種物理分割性的極限，就是分子。水分子，就是保有着水的全部化學性質的最細小的顆粒。又如甲烷（從石油中游離出來的氣體）分子，就是保有着甲烷的化學性質的最小的顆粒。

各種物質的分子的大小不等，但一切物質中的分子，都是很小的。分子的直徑僅及千萬分之一公厘。

將關於分子及其不斷的運動的概念介紹到科學中的，是偉大的俄國學者羅蒙諾索夫。他曾經用「分子運動」來解釋物體的性質和狀態、熱、氣體壓力及其他現象。現代科學已證明羅蒙諾索夫的觀點

是正確的。羅蒙諾索夫關於分子及分子運動的思想，已由很多學者的著作加以發展而成為嚴整的學說，我們現在把它叫做「分子運動論」。

第 2 節 物質的三態

一切物質，都可以有三種狀態：固體、液體和氣體；並且都可以由一種狀態轉變為另一種狀態。

誰都知道，水在常溫是液體，冷卻以後可以變成固體（冰），加熱以後則變為氣體（水蒸汽）。

所有的金屬（鐵、銅、鉛等），如加熱到相當的溫度，都會變成液體狀態。任何氣體（氧、氫、二氧化碳等），包括空氣，經過強烈的冷卻和壓縮，都可轉化為液體，之後也可變為固體。

物質的種種物理狀態，是由分子運動的不同速度和它們相互間的不同配置來規定的。在固體中，分子與分子彼此很接近，它們的運動就在很近的距離內進行，好像鐘擺的擺動一樣。在這樣的分子結合情況下，分子的凝聚力最為強大。

所以固體的特徵是在於它有一定的形狀、一定的體積，並且這種形狀和體積不會輕易改變。

例如，要分開焦炭塊，就得用鐵錘重擊，也就是消耗一定的物理力來戰勝焦炭分子之間的相互引力。如果錘打鐵塊，由於分子的緊縮，就是說，分子之間的距離縮小了，鐵塊的體積也會減少，但這樣做，就得費更大的勁。

分子的運動與溫度的變化有關。我們加熱於物質，溫度愈高，它的分子運動也愈劇烈；反之，降低溫度時，分子運動的速度也隨着減低。

加熱固體時，它的分子的運動速度加快，到某一時候，各分子開始戰勝相互引力；原來在近距離內進行的有規律的分子運動，至此為高速的無規律的分子運動所代替。這樣，固體就變成了液體。

在液體中，分子間的距離已經擴大，分子的運動速度也較固體

增加很多，但各分子之間的相互引力則顯著減弱。

因此，水的特徵是在於它沒有一定的形狀；它的形狀隨容器而異。

要把水分開，不必像分固體那樣費很大的勁。

我們如從油池或油桶中選取油樣，只要用長柄杓，就可以很輕易地把部分液體分出來；這裏所要克服的分子間的相互引力已經不大。但是這種力還是存在的；並且液體和固體一樣，有着一定的體積，要改變它，還是要增加強大的外力。

液體經加熱以後，它的分子運動速度就會增加，各分子開始克服相互引力而從液體的整體脫離，散到周圍的空間而形成爲一定物質的蒸汽。分子在氣體中彼此已相分離，故相互引力對它們已不生影響，它們運動得非常快，彼此常會碰撞。

因此，氣體的特徵是沒有一定的形狀和一定的體積，而佔有着一切可能佔有的空間。

氣體在不受約束的情況下是無邊際地擴張着的。因此，石油氣一從油井中逸出，就會上昇而擴散到周圍的空間，盡量佔有較大的體積。

氣體不同於固體和液體，它很容易被壓縮而把體積縮小很多。氣體所以會具有這種容易被壓縮的性質，那是因爲在氣體的總體積中，分子本身只佔有微不足道的一小部分，其餘都爲分子與分子之間的空間所佔。

當冷却並強烈壓縮氣體的時候，它的分子的運動速度就會減低，分子與分子彼此接近，以致在它們之間產生一種相互引力，氣體於是轉化爲液體。如再使液體冷却，分子的運動速度就會更加減低，相互引力增加，分子的不規則運動變爲搖晃不定的運動，這時液體就會變成固體。

第 3 節 物理變化與化學變化

假如把水冷至 0°C ，它就會變成冰，即由液體轉變爲固體。冰

加熱，我們重新取得了水。在上述變化中——從一種物理狀態轉變為另一種物理狀態——物質(水)的組成並不改變，所改變的，只是分子的相互配置方式和它們的相互吸引的程度。

凡不改變物質組成的變化，稱為物理變化。研究這種變化的是物理學。

像物體的下墜、物體在加熱時的膨脹和冷卻時的凝縮、搗碎物體、電流通過金屬絲等，都是物理變化的例子。在所有這些場合，只有物體的形態是改變的，但物質的組成則始終不變。

假如把水盛在特種儀器裏，使電流通過水，就是說，使水「分解」，結果我們可以取得兩種代替水的不同氣體——氫和氧，它們的性質與水全然不同。氫和氧的分子和水的分子是有區別的。這種變化已經不再是物理變化。

凡改變物質組成的變化，稱為化學變化。研究這種變化的是化學。

鐵生鏽時，一部分鐵就會變成一種新的物質——氧化鐵——紅褐色的粉末；燃燒木柴、石油、煤氣和任何其他燃料，結果都可以構成新的物質(煙氣、炭黑、灰燼)；裂煉石油產品時，可以取得原料中所沒有的氣體、汽油和油焦，以及其他等等。像這些，都是化學變化的例子。

第 4 節 物體的質量

物體內所含物質的量，稱為該物體的質量。

同類的物體，其質量愈大，則體積也愈大。因此，1公升水的質量，就較1立方公分水的質量大1,000倍。但在不同的物體之間，仍可進行質量的比較；例如，以鐵塊的質量與1公升汽油的質量相比，或與室內空氣的質量相比等等。因此，必須會測算任何物體的質量。測定任何的量，即表示把它與同類而作為度量單位的其他的量相比較。

根據國際間的協議，以鉑銥筒的質量作為質量的單位，該筒現

保存在國際度量衡局。這一質量單位稱為尅(公斤)-質量, 俄文縮寫以 m_k 表示。它相當於 1 立方公分純水在 4°C 時的質量。尅(公斤)的千分之一叫做克(公分, 俄文縮寫作 $г$), 克(公分)的千分之一為尅(公絲, 俄文縮寫作 m)。

因為在 1 立方公分純水中含有 1,000 立方公分, 故 1 立方公分純水的質量等於 1 克(公分)。

1,000 尅(公斤)為 1 噸(俄文縮寫作 τ)。

在實際的應用上, 備有各種大小不等的砝碼, 來表示標準質量。

當稱量任何物體的質量時, 用砝碼使前者在天秤上得到平衡。物體的質量即等於砝碼(平衡物體)的質量。

第 5 節 物體的重量

凡物體都有重量。物體如有東西支承, 它就壓住這一東西, 只是有些物體壓得重一點, 有的壓得輕一點。假如沒有任何東西來支持物體, 它在地心吸力的作用下, 將會垂直地下墜到地上。

把物體引到地上的力, 叫做重力, 或稱物體的重量。

爲了要測定各種物體的重量, 人們規定了重量的單位。把 1 尅(公斤)的質量引到地上的力, 就是重量的單位。

這一重量的單位, 稱為公斤(尅)-重量(俄文縮寫作 $кг$), 以與質量的單位相區別。

每 1 公斤(尅)-重量相當於 1 立方公分純水在 4°C 時的重量。

因此, 質量和重量的數值是相同的(1 尅質量計重 1 公斤); 故在天秤上稱出物體的質量時, 我們同時也可以決定物體的重量。

附註: 在本書中, 凡表示重量的單位, 概用 [公斤(尅)]、[公分(克)]、[公絲(尅)] 等, 凡表示質量的單位, 則概用 [尅(公斤)]、[克(公分)]、[尅(公絲)] 等, 以示區別; 如不足以引起誤會時, 則小括弧中附加的單位名稱一般都略去。有些地方, 甚至也有不強爲區別的。——譯者

第 6 節 密度和比重

假如我們用不同的物質(木頭、鐵和銅)製造體積相同的東西，比如做同樣直徑的圓球，然後用秤把它們稱一稱，我們就可以知道，各球的質量是不等的；質量最小的將是木球，最大的將是銅球。

所以，各種物質在體積相同時，其質量可能是各各不等的。爲了便於比較各種物質的質量，人們創造了「物質的密度」這一概念。

物質的密度，就是物質在其單位體積中所包含的質量。

試以 m 表示物體的質量， V 是它的體積， D 爲其密度，則

$$D = \frac{m}{V}.$$

如果質量以克(公分)計算，體積以立方公分(cm^3)計算，則密度可用克/立方公分(g/cm^3)這一單位表示之。

因爲在 $4^\circ C$ 時，純水質量和它所佔體積的數值相同(1 立方公分純水在 $4^\circ C$ 時的質量爲 1 克(公分)；8 立方公分純水在 $4^\circ C$ 時的質量爲 8 克(公分)等)，故以 $4^\circ C$ 時的水的密度作爲單位。

要測定任何物體的密度，應當先稱出它的質量，量出它的體積，然後以體積(用立方公分表示)去除質量(用克(公分)表示)。

例題：求出銅的密度。

用秤稱銅塊。假定它的質量等於 89 克(公分)。把銅塊沉入有水的計量器中，根據水面的變動，我們將發現銅塊的體積等於 10 立方公分。根據上面這些資料，我們就可以測定銅的密度：

$$D_{\text{銅}} = \frac{m}{V} = \frac{89 \text{ 克(公分)}}{10 \text{ 立方公分}} = 8.9 \text{ 克(公分)/立方公分}.$$

含於單位體積內的物質的重量，稱爲物質的比重。

假如以 P 表示物體的重量， V 是它的體積， d 爲其比重，則

$$d = \frac{P}{V}.$$

如果重量以公分(克, P)計算, 體積以立方公分(cm^3)計算, 則比重可用公分/立方公分(P/cm^3)這一單位表示之。

因為物質的質量和重量的數值是相同的(1 鈺質量計重 1 公斤), 故物質的密度和比重的數值也相符合。其實, 物質的密度和物質的比重之間的差別, 正與物質的質量和物質的重量之有差別一樣。

要測定物質的比重, 首先應當稱出它的重量, 量出它的體積, 然後以體積(用立方公分表示)去除重量(用公分(克)表示)。

例題: 求出銅的比重。

用秤稱銅塊。假定它的重量是 178 公分(克)。把銅塊沉入有水的計量器中, 我們將發現銅塊的體積等於 20 立方公分。

根據上面這些資料, 我們就可以測定銅的比重:

$$d_{\text{銅}} = \frac{P}{V} = \frac{178 \text{ 公分(克)}}{20 \text{ 立方公分}} = 8.9 \text{ 公分(克)/立方公分}.$$

因為 1 立方公分體積的純水在 4°C 時的重量等於 1 公分(克), 故以 4°C 時的純水的比重作為單位。

第 7 節 相對密度和相對比重

水的密度是一。所以任何物質的密度, 也可以這樣表示: 比水的密度大多少倍或小幾分之幾。

例如, 銅的密度等於 8.9 克(公分)/立方公分。這在一方面表示, 每 1 立方公分的銅含有 8.9 克(公分)質量, 而在另一方面, 說明銅的緻密(沉重)程度, 為水的 8.9 倍。物質的比重也不例外。

物質的比重說明該物質比水重幾倍或輕幾分之幾。

例如, 砂的比重是 2.5 公分(克)/立方公分。這在一方面表示, 每 1 立方公分砂的重量為 2.5 公分(克); 在另一方面, 又說明砂重是水重的 2.5 倍。

除了我們已知道的絕對密度和絕對比重兩概念之外, 還有相對密度和相對比重兩概念。

物質的質量, 對同體積純水在 4°C 時的質量的比, 就是物質的

相對密度。

相對密度的數值與絕對密度的數值是相同的，所不同的，只是它沒有量度的表示，而只有抽象數字的表示。

例題：50 立方公分體積煤油的質量等於 40 克(公分)。求出煤油的絕對密度和相對密度。

1. 煤油的絕對密度等於：

$$D_{\text{絕對}} = \frac{m_{\text{煤油}}}{V_{\text{煤油}}} = \frac{40 \text{ 克(公分)}}{50 \text{ 立方公分}} = 0.8 \text{ 克(公分)/立方公分}.$$

2. 要測定煤油的相對密度，首先應當將 50 立方公分體積煤油的質量，除以同體積純水在 4°C 時的質量。50 立方公分體積純水在 4°C 時的質量等於 50 克(公分)。故煤油的相對密度將等於：

$$D_{\text{相對}} = \frac{m_{\text{煤油}}}{m_{\text{水}}} = \frac{40 \text{ 克(公分)}}{50 \text{ 克(公分)}} = 0.8.$$

物質的重量，對同體積純水在 4°C 時的重量的比，就是物質的相對比重。

相對比重在數值上與絕對比重相同，但它沒有量度的表示，而只有抽象數字的表示。

在石油工業的實際業務中，一般都利用相對密度和相對比重來測定石油產品的密度和比重。

第 8 節 熱

從日常生活的實踐中，我們知道物體是可以冷，可以溫，也可以是熱的，也就是說，物體的加熱程度是可以不同的。加熱過的物體若與別的熱度較低的物體接近，前者就會把自己的一部分熱傳給後者。爐中由燃燒重油而得的熾熱的煙道氣，可把盤管加熱；被加熱的管壁，又把熱傳給通過管子的石油產品等等。換言之，熱總是由較熱的物體傳導到次熱的物體，而不會相反的。

我們在闡述物質的構造問題時，已經說過，當加熱物體時，它的分子運動的速度就會增加，冷卻時則會減低。