

土田定次郎
石油地質學

紀文榮 譯

石 油 地 質 學

土田定次郎原著
紀文榮譯

幼獅文化事業公司



幼獅文化事業公司出版
中華民國 臺北市
幼獅編譯中心主編

六十三年一月

總經銷：幼獅書店
臺北市漢中街五十一號
臺北市延平南路七十一號
印刷廠：協進印書館
每冊定價新臺幣六十元

譯 序

科學之發展日新月異，石油地質學自不例外，其發展趨勢誠如土田博士所稱，以往多着重於儲油層之岩性與封閉構造之型態研究，但最近則發展至以地向斜爲中心之沈積論，及以探測儲油構造和沉積盆地成因之構造論爲主要目標。尤其是最近數年來，此方面之研究更是層出不窮，大有一日千里之勢。

土田定次郎博士畢業於日本東北大學，早年即參加石油地質研究行列，爲日本知名之石油地質兼微古生物學專家，本書即是渠多年來從事石油地質工作之經驗與智慧之結晶。在本書中，他却除以往教科書之編寫方式，而另秉承上述之世界性研究潮流，後以新穎手法，配合聞名世界之各大油田爲例，加以闡述和說明，此爲本書之最大特色。

石油向有「黑色黃金」之稱，其在國防上與經濟上之價值不言可喻。由於石油埋藏量之日益枯竭、新油田探尋之維艱及世界油料之耗費與日驟增，促使石油資源感到短缺。因此，目前世界各國莫不將石油之探勘與開發列爲經濟建設之主要課題。我國對於石油資源之探勘向極重視，唯坊間至目前爲止尚缺乏此項書籍，因此，譯者遂不揣才疏學淺，費時二載草成此書。又譯者學識淺薄，且係利用公餘之暇完成，謬誤之處自所難免，尚祈我國內外專家，不吝指正爲盼！

原 序

石油地質學自奠定了科學之基礎以來，迄今已有半世紀之久，過去石油地質學之研究，只著重於儲油構造之封閉形態及儲油岩性等方面，但現在多進一步以地向斜爲中心之沉積論，及以探測儲油構造和沉積盆地成因之構造論爲主要目標。尤其是目前正值我石油資源積極探勘與開發之際，此等趨勢對於石油地質學之應用方面而言，意義至深且鉅。

本書以大學課程中之石油地質學講稿爲藍本，加上實例彙編而成。由於我國最近數十年來，對於此等問題未曾加以綜合研究，因此，筆者遂順應最近世界學術研究潮流，儘量蒐集嶄新資料加入。書中，對於嶄新之學術用語及最近常見之論文資料也詳加介紹。插圖儘量選取最新研究範例，原圖不鮮明之處均予改繪，內容煩雜之處也儘量予以簡化，以幫助讀者了解。

筆者之些微辛勞，主要是爲此門學問之發展，倘若他山之石可以攻玉，當感榮幸之至。

土田定次郎

目 錄

5757/02

第一章 石油之化學成分與固態瀝青	1
§ 1. 碳氫化合物	1
§ 2. 碳氫化合物之種類	4
§ 3. 原油之分類	9
§ 4. 原油之雜質	10
§ 5. 固態瀝青	11
第二章 石油之成因	15
§ 1. 無機成因說	15
§ 2. 有機成因說	17
§ 3. 石油之生成時期	26
第三章 石油之分佈	31
§ 1. 地史現象之均變性	31
§ 2. 石油區域	35
§ 3. 石油軸與石油極	37
§ 4. 非儲油岩中之石油分佈	38
第四章 含油沉積盆地之發生機構	53
§ 1. 沉積盆地	53
§ 2. 盆地之分類	54
§ 3. 盆地之進化	57

(4) 石油地質學

§ 4. 盆地之樞紐帶	58
第五章 地塹盆地之油氣聚積	61
§ 1. 地塹之形成	61
§ 2. 蘇伊土地塹之油田	64
§ 3. 萊茵地塹盆地之油田	87
第六章 盆地之沉積作用	97
§ 1. 海侵作用與沉積作用	97
§ 2. 盆地內之沉積位置與沉積層之關係	107
第七章 盆地之基盤運動	115
§ 1. 基盤運動	115
§ 2. 逆地塊運動	117
§ 3. 盆地軸之遷移	118
§ 4. 後淵盆地	129
§ 5. 盆地之石油聚積	132
第八章 儲油層之沉積學	139
§ 1. 岩相與石油聚積之關係	140
§ 2. 砂岩及頁岩之組成與石油聚積之關係	143
§ 3. 三角洲型沉積與石油聚積之關係	146
§ 4. 石英質砂岩及鈣質砂岩之組成與石油聚積之關係	149
§ 5. 礁相石灰岩之組成與石油聚積之關係	151
§ 6. 阿波礁石灰岩之石油聚積	154
§ 7. 薩庫拉岷德及日姆薩之生物岩礁	167

第九章 同期高地與穹起	169
§ 1. 同期高地之性質	169
§ 2. 同期高地之地層學特徵	183
§ 3. 同期高地之石油生成	186
§ 4. 同期高地之儲油條件	188
§ 5. 同期高地與庫薩尼亞油田	190
§ 6. 穹起	195
第十章 構造上之儲油機構	203
§ 1. 儲油層	203
§ 2. 儲油岩之種類與含油層之命名	205
§ 3. 碎屑性儲油岩	206
§ 4. 儲油與構造	212

第一章

石油之化學成分與固態瀝青

§ 1. 碳 氫 化 合 物

所謂石油 (Petroleum) 就是原油及其石油製品之總稱。石油爲具有近似化學分子式之烴類 (碳氫化合物) 混合物，大致可分爲以下幾個具有一般分子式之屬：

屬	一般分子式	構 造 式
石 蠟 屬 (Paraffin Series)	$C_n H_{2n+2}$	鎖 狀
烯 屬 (Olefin Series)	$C_n H_{2n}$	鎖 狀
俄 國 石 油 屬 (Naphthene Series)	$C_n H_{2n}$	環 狀
二 烯 屬 (Diolen Series)	$C_n H_{2n-2}$	鎖 狀
乙 炔 屬 (Acetylene Series)	$C_n H_{2n-2}$	鎖 狀
芳 香 族 (Aromatic Group)	$C_n H_{2n-6}$	環 狀

第 一 表

石蠟屬碳氫化合物

此又稱烷 (Methane) 屬碳氫化合物，爲較安定之化合物，在普通狀況下不會氧化，且不爲強鹼所侵蝕。與同沸點之其他屬之碳氫化合物相比較，不但比重輕、黏度小，而且因溫度所引起之黏度變化也較小。以此屬爲主要成分之揮發油，雖然辛烷 (Octane) 值低、質劣，但爲製造潤油之優良材料。本屬也是構成石蠟屬原油之主要成分。

2 石油地質學

俄國石油屬碳氫化合物

此又稱環烷 (Cycloparaffin) 屬碳氫化合物，其一般分子式雖與烯 (Olefin) 屬碳氫化合物相同，但其構造則完全不同，為屬於飽和之環狀化合物。以此為主要成分可製造上等之揮發油，但所製造之潤滑油，其品質却不如石蠟屬所製造者佳，蓋因由此屬無法製造出如石蠟之固態結晶。此屬為構成俄國石油 (Naphthene) 屬原油之主要成分。

石蠟屬及俄國石油屬碳氫化合物，因其碳原子之鍵被氫原子所充滿，其碳原子之化合力已完全達到飽和，故又稱為飽和烴 (Saturated Hydrocarbon)；其他屬之碳氫化合物，因其碳原子之鍵未被氫原子所充滿，其碳原子之化合力尚未完全達到飽和，故稱為不飽和烴 (Unsaturated Hydrocarbon)。飽和烴不易變質，但如其不飽和物之含量愈多 (即氫之含量減少)，則其不穩定度也愈增加，而易於變質。

烯屬碳氫化合物

此又稱乙烯 (Ethylene) 屬碳氫化合物，為不飽和之碳氫化合物。與其他之聚合物 (Polymers) 一起時，容易為硫酸所吸收而變為有機硫酸鹽。本屬在天然之石油中含量甚少，但在裂煉汽油 (Cracked Gasoline) 及聚合油中含量較多。

芳香族碳氫化合物

此又稱苯 (Benzene) 屬碳氫化合物，比重最高，可製造良質之揮發油，但不宜製造潤滑油。在天然狀況下為構成特種原油之主要成分。

炭化水素系と原子構造

碳原子	石臘系 PARAFFINS	烯系 OLEFINS	餾煉石油系 NAPHTHENES	二烯 DIOLEFINS	炔系 ACETYLENES	芳香族 AROMATICS
	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n-6}
1	CH ₄ METHANE 	—	—	—	—	6 C ₆ H ₆ BENZENE
2	C ₂ H ₆ ETHANE 	C ₂ H ₄ ETHYLENE 	—	—	C ₂ H ₂ ACETYLENE 	7 C ₇ H ₈ TOLUENE
3	C ₃ H ₈ PROPANE 	C ₃ H ₆ PROPYLENE 	C ₃ H ₆ CYCLOPROPANE 	C ₃ H ₄ PROPADIENE 	C ₃ H ₄ PROPYNE 	8 C ₈ H ₁₀ ORTHO-XYLENE
4	C ₄ H ₁₀ BUTANE 	C ₄ H ₈ BUTENE-1 	C ₄ H ₈ CYCLOBUTANE 	C ₄ H ₆ BUTADIENE 1,2 	C ₄ H ₆ BUTYNE-2 	8 C ₈ H ₁₀ META-XYLENE
4	C ₄ H ₁₀ ISOBUTANE 	C ₄ H ₈ CIS-BUTENE 2 	C ₄ H ₈ METHYL-CYCLOPROPANE 	C ₄ H ₆ BUTADIENE 1,3 	C ₄ H ₆ ETHYL ACETYLENE 	8 C ₈ H ₁₀ PARA-XYLENE
4	—	C ₄ H ₈ TRANS-BUTENE 2 	—	—	C ₄ H ₆ VINYL ACETYLENE 	8 C ₈ H ₁₀ ETHYL BENZENE
4	—	C ₄ H ₈ ISOBUTENE 	—	—	—	—

第二表

§ 2. 碳氫化合物之種類

構成石油之碳氫化合物，種類繁多，最近還分析出一種稱為 4-Methyldibenzothiophene ($C_{13}H_{10}S$)之硫化物。迄目前為止，已知碳氫化合物有 230 種及硫化物有 4 種，共計 234 種 (Beveridge J. Mair, 1964)。將此 234 種化合物，依其類別及碳原子數可分類如下 (第三表)：

碳 原 子	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	計
Branched paraffins	1	1	4	6	15	7	5	...	...	...	1	1	...	...	...	41
Alkyl cyclopentanes		1	1	5	13	2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	22
Alkyl cyclohexanes			1	1	8	3	1	...	...	...	...	...	...	...	...	14
Alkyl cycloheptanes					1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1
Bicycloparaffins					3	3	5	1	...	...	...	...	...	...	...	12
Tricycloparaffins							1	...	...	...	...	...	...	...	...	1
Alkylbenzenes			1	1	4	8	22	4	...	...	...	...	...	...	...	40
Aromatic cycloparaffins						1	4	3	...	1	...	...	...	2	1	12
Fluorenes									...	1	2	3	1	...	...	7
Dinuclear aromatics							1	2	12	15	5	1	1	...	...	37
Trinuclear aromatics									...	1	4	1	1	...	...	7
Tetranuclear aromatics												1	1	1	...	3
Sulfur compounds										1	1	...	1	1	...	4
計	1	2	7	14	43	24	39	10	12	17	9	8	7	6	2	201
Normal paraffins $C_1 \sim C_{33}$																33
總 計																234

第三表

由石油所分析出之 234 種化合物，已如第四表所示。茲將本表所使用之符號簡述如下：

- a. 由低沸點之純粹化合物往高沸點之純粹化合物順序排列。

- b. 化合物之化學分子式。
- c. 化合物名稱。
- d. 化合物之型態。
- e. 在一大氣壓之下，純粹化合物之沸點 ($^{\circ}\text{C}$) (括弧內之數字不可靠)。
- f. 純粹化合物之克分子百分率 (Mol%)。
- g. 所求出之容積百分率 (Vol.%) (括弧內之數字不可靠)。
- h. 尚未確定。
- i. 根據分光分析所求出之數值。
- j. 暫定名稱。
- k. 分子式未完。

6 石油地質學

a	b	c	d	e	f	g
		Name	Type	°C	Mol. %	Vol. %
1	C ₄ H ₆	Methane	Normal paraffin	+181.49	1	
2	C ₂ H ₆	Ethane	Normal paraffin	-88.63	1	0.08
3	C ₃ H ₈	Propane	Normal paraffin	-42.07	1	0.11
4	C ₄ H ₁₀	Isobutane	Branched paraffin	-11.73	1	0.14
5	C ₄ H ₁₀	n-butane	Normal paraffin	-0.50	1	0.79
6	C ₅ H ₁₂	2-Methylbutane	Branched paraffin	27.85	1	0.77
7	C ₅ H ₁₂	n-Pentane	Normal paraffin	38.07	1	1.43
8	C ₅ H ₁₀	Cyclopentane	Cyclopentane	49.26	1	0.05
9	C ₆ H ₁₄	2,2-Dimethylbutane	Branched paraffin	49.74	1	0.04
10	C ₆ H ₁₄	2,3-Dimethylbutane	Branched paraffin	57.99	97	0.08
11	C ₆ H ₁₄	2-Methylpentane	Branched paraffin	60.27	99.97	0.37
12	C ₆ H ₁₄	3-Methylpentane	Branched paraffin	63.28	99.9	0.35
13	C ₆ H ₁₄	n-Hexane	Normal paraffin	68.74	99.9	1.80
14	C ₆ H ₁₂	Methylcyclopentane	Cyclopentane	71.81	98.7	0.87
15	C ₇ H ₁₆	2,2-Dimethylpentane	Branched paraffin	79.20	97.	0.02
16	C ₆ H ₆	Benzene	Benzene	80.10	99.6	0.15
17	C ₇ H ₁₆	2,4-Dimethylpentane	Branched paraffin	80.50	1	0.09
18	C ₆ H ₁₂	Cyclohexane	Cyclohexane	80.74	99.9	0.71
19	C ₇ H ₁₄	1,1-Dimethylcyclopentane	Cyclopentane	87.85	98.	0.16
20	C ₇ H ₁₆	2,3-Dimethylpentane	Branched paraffin	89.78	58k	0.15 k
21	C ₇ H ₁₆	2-Methylhexane	Branched paraffin	90.09	97	0.73 k
22	C ₇ H ₁₄	1,4,5-Trimethylcyclopentane	Cyclopentane	90.77	85	0.81 k
23	C ₇ H ₁₄	1,1,4-Trimethylcyclopentane	Cyclopentane	91.71	51k	0.21 k
24	C ₇ H ₁₆	3-Methylhexane	Branched paraffin	91.85	93	0.51
25	C ₇ H ₁₄	1,1,4-Trimethylcyclopentane	Cyclopentane	91.87	93	0.48 k
26	C ₇ H ₁₆	3-Methylpentane	Branched paraffin	93.48	98.7k	0.06
27	C ₇ H ₁₆	n-Heptane	Normal paraffin	98.43	99.9	2.3
28	C ₇ H ₁₄	Methylcyclohexane	Cyclohexane	100.93	99.8	1.6
29	C ₇ H ₁₄	Ethylcyclopentane	Cyclopentane	103.47	98	0.18
30	C ₈ H ₁₈	1,1,3-Trimethylcyclopentane	Cyclopentane	104.89	98.1	0.30
31	C ₈ H ₁₈	2,2-Dimethylhexane	Branched paraffin	106.84	50k	0.01.
32	C ₈ H ₁₈	2,3-Dimethylhexane	Branched paraffin	109.10	55k	0.06 k
33	C ₈ H ₁₆	1,1,3,3-Trimethylcyclopentane	Cyclopentane	109.29	84k	0.22
34	C ₈ H ₁₈	2,4-Dimethylhexane	Branched paraffin	109.43	41k	0.125
35	C ₈ H ₁₈	2,2,3-Trimethylpentane	Branched paraffin	109.89	1.0k	0.004 k
36	C ₈ H ₁₆	1,1,3,3-Trimethylcyclopentane	Cyclopentane	110.2	98.6	0.26
37	C ₇ H ₈	Toluene	Benzene	110.62	98	0.51
38	C ₈ H ₁₈	3,3-Dimethylhexane	Branched paraffin	111.97	86k	0.03
39	C ₈ H ₁₈	2,3,4-Trimethylpentane	Branched paraffin	113.47	17k	0.005 k
40	C ₈ H ₁₆	1,1,2-Trimethylcyclopentane	Cyclopentane	113.73	98	0.06
41	C ₈ H ₁₈	2,3,3-Trimethylpentane	Branched paraffin	114.76	1.0k	0.006 k
42	C ₈ H ₁₈	2,5-Dimethylhexane	Branched paraffin	115.61	65k	0.07k
43	C ₈ H ₁₈	2-Methyl-3-Ethylpentane	Branched paraffin	115.65	51k	0.06k
44	C ₈ H ₁₆	1,1,4-2,4-Trimethylcyclopentane	Cyclopentane	116.73	84k	0.01k
45	C ₈ H ₁₆	1,1,4-2,4-Trimethylcyclopentane	Cyclopentane	117.5	90k	0.07k
46	C ₈ H ₁₈	2-Methylheptane	Branched paraffin	117.65	80	0.90k
47	C ₈ H ₁₈	4-Methylheptane	Branched paraffin	117.71	34k	0.20k
48	C ₈ H ₁₈	3,6-Dimethylhexane	Branched paraffin	117.72	40k	0.13k
49	C ₈ H ₁₈	3-Methylpentane	Branched paraffin	118.26	8k	0.02k
50	C ₈ H ₁₈	3-Ethylhexane	Branched paraffin	118.53	43k	0.09k
51	C ₇ H ₁₄	Cycloheptane	Cycloheptane	118.75	90	0.01k
52	C ₈ H ₁₈	3-Methylheptane	Branched paraffin	118.92	98k	0.30k
53	C ₈ H ₁₆	1,1,4-2,4-Trimethylcyclohexane	Cyclohexane	119.35	75k	0.25k
54	C ₈ H ₁₆	1,1-Dimethylcyclohexane	Cyclohexane	119.34	84k	0.06k
55	C ₈ H ₁₈	1,1,4,4-Trimethylcyclohexane	Cyclohexane	120.09	84k	0.65k
56	C ₈ H ₁₆	1-Methyl-2,3-Ethylcyclopentane	Cyclopentane	120.8		
57	C ₈ H ₁₆	1-Methyl-3-Ethylcyclopentane	Cyclopentane	121.4	57k	0.12k
58	C ₈ H ₁₆	1-Methyl-2-Ethylcyclopentane	Cyclopentane	121.2	94k	0.14k
59	C ₈ H ₁₆	1-Methyl-1-Ethylcyclopentane	Cyclopentane	121.52	65k	0.03k
60	C ₈ H ₁₈	1,1,4,4-2,4-Trimethylcyclohexane	Cyclohexane	121.6	85k	0.04k
61	C ₈ H ₁₆	1,1,4,4-2,4-Trimethylcyclohexane	Cyclohexane	123.42	98k	0.31k
62	C ₈ H ₂₀	2,2,3-Trimethylhexane	Branched paraffin	124.08	11k	0.002 k
63	C ₈ H ₁₆	1,4,4-Dimethylcyclohexane	Cyclohexane	124.32	76k	0.09k

第 四 表

A	D	C	E	F	G	
		name	type	°C	Vol. %	
64	C ₈ H ₁₆	1,trans-3-Dimethylcyclohexane	Cyclohexane	124.45	49 h	0.07 h
65	C ₈ H ₁₆	Methylbicyclo[2.2.1]heptane (m)	Bicycloparaffin	124.5	90 h	0.001
66	C ₈ H ₁₆	α-Octalene	Normal paraffin	125.66	99.2	4.9
67	C ₈ H ₁₆	Isopropylcyclopentane	Cyclopentane	126.42	15 h	0.01 h
68	C ₈ H ₁₆	1,trans-2,4,5-trimethylcyclopentane	Cyclopentane	127.4	90	0.11
69	C ₈ H ₁₆	1-Methyl-2-ethylcyclopentane	Cyclopentane	128.05	52 h	0.04 h
70	C ₈ H ₁₆	1,2,4-Dimethylcyclopentane	Cyclopentane	129.73	45 h	0.06 h
71	C ₈ H ₁₆	α-Propylcyclopentane	Cyclopentane	130.95	49 h	0.06 h
72	C ₈ H ₁₆	2,3,5-Trimethylhexane	Branched paraffin	131.34	16 h	0.03 h
73	C ₈ H ₁₆	Ethylcyclohexane	Cyclohexane	131.79	94	0.37 h
74	C ₈ H ₁₆	2,6-Dimethylheptane	Branched paraffin	135.21	98.6	0.05
75	C ₈ H ₁₀	Ethylbenzene	Benzene	136.19	96	0.19
76	C ₈ H ₁₄	cis-Bicyclo[3.3.0]octane	Bicycloparaffin	136.5	93	0.06
77	C ₈ H ₁₄	Bicyclo[3.2.1]octane	Bicycloparaffin	138	90	0.008
78	C ₈ H ₁₆	1,1,3-Trimethylcyclohexane	Cyclohexane	136.63	99.9	0.2
79	C ₈ H ₁₀	p-Xylene	Benzene	138.35	99.8	0.10
80	C ₈ H ₁₀	m-Xylene	Benzene	139.10	99.9	0.51
81	C ₈ H ₁₆	2,5-Dimethylheptane	Branched paraffin	140.5	60	0.05
82	C ₈ H ₁₆	1,trans-2,trans-4-Trimethylcyclohexane	Cyclohexane	141.2	93	0.2
83	C ₈ H ₁₆	4-Methylcyclohexane	Branched paraffin	142.48	80	0.1
84	C ₈ H ₁₆	2-Methylcyclohexane	Branched paraffin	143.26	99.9	0.4
85	C ₈ H ₁₆	3-Methylcyclohexane	Branched paraffin	144.18	95	0.1
86	C ₈ H ₁₀	o-Xylene	Benzene	144.41	99.7	0.27
87	C ₈ H ₁₆	1,trans-2, cis-3-Trimethylcyclohexane	Cyclohexane	145.6	99	(0.1)
88	C ₈ H ₁₆	1-Methyl-1,3-dicyclooctane	Bicycloparaffin	146.7	99	(0.05)
89	C ₈ H ₁₆	α-Nonane	Normal paraffin	150.00	99.94	1.0
90	C ₈ H ₁₆	2,5-Dimethylcyclohexane	Branched paraffin	150.5	1	1
91	C ₈ H ₁₂	Isopropylbenzene	Benzene	152.39	99.0	0.07 h
92	C ₈ H ₁₂	α-Propylbenzene	Benzene	153.23	98	0.09 h
93	C ₈ H ₁₆	2,6-Dimethylcyclohexane	Branched paraffin	150.4	1	1
94	C ₈ H ₁₆	trans-Bicyclo[4.3.0]nonane	Bicycloparaffin	151.02	99	1
95	C ₈ H ₁₂	1-Methyl-3-Ethylbenzene	Benzene	151.30	99 h	0.17 h
96	C ₈ H ₁₂	1-Methyl-4-Ethylbenzene	Benzene	151.98	94 h	0.06 h
97	C ₈ H ₁₂	1,3,5-Trimethylbenzene	Benzene	154.72	99.9	0.12 h
98	C ₈ H ₁₂	1-Methyl-2-Ethylbenzene	Benzene	155.18	89 h	0.02 h
99	C ₈ H ₁₆	4-Methylnonane	Branched paraffin	155.7	98	0.1
100	C ₈ H ₁₆	2-Methylnonane	Branched paraffin	156.8	99.9	0.3
101	C ₈ H ₁₆	cis-Bicyclo[4.2.0]nonane	Bicycloparaffin	157.63	99	1
102	C ₈ H ₁₆	3-Methylnonane	Branched paraffin	157.8	98	0.1
103	C ₈ H ₁₀	tert-Butylbenzene	Benzene	159.12	1	0.61 h
104	C ₈ H ₁₂	1,2,4-Trimethylbenzene	Benzene	159.58	99.7	0.81 h
105	C ₈ H ₁₀	isobutylbenzene	Benzene	172.76	24 h	0.008 h
106	C ₈ H ₁₀	sec-Butylbenzene	Benzene	173.30	68 h	0.017 h
107	C ₈ H ₁₆	α-Decene	Normal paraffin	174.2	99.9	1.0
108	C ₈ H ₁₀	1-Methyl-3-isopropylbenzene	Benzene	175.14	82 h	0.08 h
109	C ₈ H ₁₂	1,2,3-Trimethylbenzene	Benzene	176.08	99.8	0.19 h
110	C ₈ H ₁₄	1-Methyl-4-isopropylbenzene	Benzene	177.10	96	0.04 h
111	C ₈ H ₁₀	Indene	Aromatic-cycloparaffin	177.8	41 h	0.003 h
112	C ₈ H ₁₀	1-Methyl-2-isopropylbenzene	Benzene	178.15	32 h	0.009 h
113	C ₈ H ₁₆	Bicycloparaffin	Bicycloparaffin	180	1	(0.01)
114	C ₈ H ₁₆	α-Butylcyclohexane	Cycloparaffin	180.95	1	(0.22)
115	C ₈ H ₁₆	1,3-Diethylbenzene	Benzene	180.10	61 h	0.033
116	C ₈ H ₁₆	1-Methyl-3-propylbenzene	Benzene	180.80	92	0.060
117	C ₈ H ₁₆	α-Butylbenzene	Benzene	183.27	31 h	0.028
118	C ₈ H ₁₆	Bicycloparaffin (n)	Bicycloparaffin	183.4	1	(0.01)
119	C ₈ H ₁₆	Bicycloparaffin (n)	Bicycloparaffin	183.7	1	(0.01)
120	C ₈ H ₁₀	1-Methyl-4-propylbenzene	Benzene	183.30	43 h	0.027
121	C ₈ H ₁₀	1,3-Diethylbenzene	Benzene	183.47	64 h	0.005
122	C ₈ H ₁₀	1,3-Dimethyl-5-ethylbenzene	Benzene	183.58	97 h	0.063
123	C ₈ H ₁₀	1,4-Dimethylbenzene	Benzene	183.78	1	0.007
124	C ₈ H ₁₀	1-Methyl-2-propylbenzene	Benzene	184.00	84	0.048
125	C ₈ H ₁₆	1,4-Dimethyl-1-ethylbenzene	Benzene	186.3	73	0.041
126	C ₈ H ₁₆	trans-Decahydroheptalene	Bicycloparaffin	187.26	1	(0.2)
127	C ₈ H ₁₀	1,3-Dimethyl-4-ethylbenzene	Benzene	188.20	61	2.050

8 石油地質學

a	b	c	d	e	f	g
		name	type	°C	Mol %	Vol. %
128	C10H16	1,2-Dimethyl-4-ethylbenzene	Benzene	169.48	69	0.037
129	C10H16	Tricyclo (5,3,1,3 ¹)decane (Adamantane)	Tricyclopaffin	180.	99	0.0004
130	C10H16	1,3-Dimethyl-2-ethylbenzene	Benzene	190.01	60	0.014
131	C10H12	1-Methylindane	Aromatic cyclopaffin	190.6		
132	C10H12	2-Methylindane	Aromatic cyclopaffin	191.4	34-k	0.022
133	C10H14	1,2-Dimethyl-5-ethylbenzene	Benzene	193.91	84	0.036
134	C10H16	cis-Decahydro-naphthalene	Bicyclopaffin	195.69	80	(0.01)
135	C11H24	n-Undecane	Normal paraffin	195.89	99.97	1.6
136	C10H14	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	Benzene	196.80	97.2	0.052
137	C10H14	1,2,3,5-Tetramethylbenzene	Benzene	198.00	95.4	0.12
138	C11H20	Bicyclopaffin (n)	Bicyclopaffin	202.5	7	(0.12)
139	C11H16	1-Methyl-3-n-butylbenzene	Benzene	204.1	98	0.05
140	C10H14	1,2,3,4-Tetramethylbenzene	Benzene	205.04	99.9	0.2
141	C10H12	4-Methylindane	Aromatic-cyclopaffin	205.5	68-k	0.03
142	C11H16	1,3-Dimethyl-4-n-propylbenzene (m)	Benzene	206.6	95	0.03
143	C10H12	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalene	Aromatic-cyclopaffin	207.57	98.5	0.03
144	C11H16	1,2-Dimethyl-4-n-propylbenzene (m)	Benzene	208.5	99	0.03
145	C11H16	Trimethyl-ethylbenzene (m)	Benzene	212.3	97	0.04
146	C12H26	n-Dodecane	Normal paraffin	216.28	99.9	1.4
147	C10H6	Naphthalene	Dinuclear aromatic	217.96	99.9	0.06
148	C11H14	2-Methyl-(1,2,3,4-Tetrahydronaphthalene)	Aromatic-cyclopaffin	220.7	97	0.04
149	C11H14	6-Methyl-(1,2,3,4-Tetrahydronaphthalene)	Aromatic-cyclopaffin	229.03	99.5	0.09
150	C14H30	2,6,10-Trimethylundecane	Branched paraffin	231	1	0.08
151	C11H14	3-Methyl-(1,2,3,4-Tetrahydronaphthalene)	Aromatic-cyclopaffin	234.35	99.7	0.08
152	C12H26	n-Tridecane	Normal paraffin	235.43	98	1.2
153	C11H10	2-Methylnaphthalene	Dinuclear aromatic	241.03	99.9	0.2
154	C11H10	1-Methylnaphthalene	Dinuclear aromatic	244.64	0.1	74
155	C14H32	2,6,10-Trimethyl-dodecane	Branched paraffin	249.	1	0.17
156	C14H30	n-Tetradecane	Normal paraffin	253.52	98.5	1.0
157	C12H10	Biphenyl	Dinuclear aromatic	255.0	99	0.008
158	C13H12	2-Methylbiphenyl	Dinuclear aromatic	255.5	1	0.002
159	C12H12	2-Ethyl-naphthalene	Dinuclear aromatic	257.9	1	0.018
160	C12H12	1-Ethyl-naphthalene	Dinuclear aromatic	258.7	1	
161	C12H12	2,6-Dimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	262	99	0.072
162	C12H12	2,7-Dimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	263	1	0.055
163	C12H12	1,7-Dimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	263	1	0.075
164	C12H12	1,6-Dimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	263	1	0.105
165	C12H12	1,3-Dimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	263	1	0.0004
166	C12H12	1,5-Dimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	265	1	0.014
167	C14H14	2,5-Dimethylbiphenyl (m)	Dinuclear aromatic	267	1	0.001
168	C13H16	Trimethylbiphenyl (m)	Dinuclear aromatic	267	1	0.009
169	C13H16	Tetramethylbiphenyl (m)	Dinuclear aromatic	267	1	
170	C12H12	1,2-Dimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	268	1	0.009
171	C12H12	1,2-Dimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	268	1	0.009
172	C12H12	2,3-Dimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	269	1	0.027
173	C14H14	Undenified (m)	Dinuclear aromatic	269	1	0.002
174	C13H12	4-Methylbiphenyl	Dinuclear aromatic	270	1	0.005
175	C13H14	2-Methyl-6-ethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	270	1	0.014
176	C13H14	1-Methyl-8-ethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	270	1	0.008
177	C13H22	n-Pentadecane	Normal paraffin	270.61	98.5	0.8
178	C13H14	4-n-Propylnaphthalene	Dinuclear aromatic	272	1	0.005
179	C13H14	2-n-Propylnaphthalene	Dinuclear aromatic	273	1	0.005
180	C13H12	3-Methylbiphenyl	Dinuclear aromatic	273	1	0.009
181	C13H12	Methyl-naphthalene	Aromatic cyclopaffin	(275)	1	0.001
182	C13H14	2,3,6-Trimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	(277)	99	1
183	C13H14	1,4,6-Trimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	(278)	1	1
184	C14H18	Methylpropylnaphthalene (m)	Dinuclear aromatic	(280)	1	1
185	C13H16	2-Methyl-6-propylnaphthalene	Dinuclear aromatic	(280)	1	1
186	C13H14	1,2,3-Trimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	(280)	1	1
187	C13H14	1,2,6-Trimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	(280)	1	1
188	C13H14	4,3,5-Trimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	(280)	1	1
189	C13H14	1,3,6-Trimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	(280)	1	1
190	C13H14	4,6,7-Trimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	(280)	1	1
191	C13H14	1,3,7-Trimethylnaphthalene	Dinuclear aromatic	(280)	1	1

No.	C	H	C		F	S
			name	type		
192	C16	H34	n-Hexadecane	Normal paraffin	2 86.79	1
193	C17	H36	n-Heptadecane	Normal paraffin	3 02.15	97
194	C18	H36	2,3,6,7-Tetramethylphenanthrene	Dinuclear aromatic	(3 02)	1
195	C18	H38	n-Octadecane	Normal paraffin	3 16.71	1
196	C18	H12	1-methylfluorene (m)	Fluorene	(3 19)	1
197	C18	H40	n-Nonadecane	Normal paraffin	3 30.6	1
198	C18	H10	Phenanthrene	Trinuclear aromatic	3 40	1
199	C18	H14	Dimethylfluorene (m)	Fluorene	(3 41)	1
200	C18	H14	Dimethylfluorene (m)	Fluorene	(3 41)	1
201	C18	H10.5	4-Methylbenzophenone	Sulfur compound	(3 41)	1
202	C20	H42	n-Eicosane	Normal paraffin	3 43.8	1
203	C18	H12	1-Methylphenanthrene	Trinuclear aromatic	(3 57)	1
204	C18	H12	2-Methylphenanthrene	Trinuclear aromatic	(3 57)	1
205	C18	H12	3-Methylphenanthrene	Trinuclear aromatic	(3 57)	1
206	C18	H12	6-Methylphenanthrene	Trinuclear aromatic	(3 57)	1
207	C19	H44	n-Henicicosane	Normal paraffin	3 56.5	1
208	C18	H16	Trimethylfluorene	Fluorene	(3 58)	1
209	C18	H12.5	4,6-Dimethylbenzophenone	Sulfur compound	(3 58)	1
210	C18	H16	Trimethylfluorene (m)	Fluorene	(3 62)	1
211	C18	H16	Trimethylfluorene (m)	Fluorene	(3 62)	1
212	C22	H46	n-Docosane	Normal paraffin	3 68.6	1
213	C18	H16	1,8-Dimethylphenanthrene	Trinuclear aromatic	(3 74)	1
214	C18	H10	Pyrene	Tetranuclear aromatic	(3 76)	1
215	C17	H18	Tetramethylfluorene (m)	Fluorene	(3 78)	1
216	C23	H48	n-Tricosane	Normal paraffin	3 80.2	1
217	C17	H14	2, 5-Cyclopentanophenanthrene (m)	Aromatic cycloparaffin	(3 87)	1
218	C17	H14	9, 10-Cyclopentanophenanthrene (m)	Aromatic cycloparaffin	(3 87)	1
219	C17	H16	Trimethylphenanthrene (m)	Trinuclear aromatic	(3 90)	1
220	C18	H18	3'-Methyl-, 2-cyclopentanophenanthrene	Aromatic cycloparaffin	(3 91)	1
221	C24	H50	n-Tetracosane	Normal paraffin	3 91.3	1
222	C17	H12	4-Methylpyrene	Tetranuclear aromatic	3 93	1
223	C25	H52	n-Pentacosane	Normal paraffin	4 01.9	1
224	C18	H14	Dimethylpyrene (m)	Tetranuclear aromatic	(4 07)	1
225	C18	H10.5	Benzobenzophenone (2, 1, 2)thiophene	Sulfur compound	(4 08)	1
226	C24	H56	n-Hexacosane	Normal paraffin	4 12.2	1
227	C17	H12.5	Methylbenzophenothiophene (8)	Sulfur compound	(4 23)	1
228	C27	H58	n-Heptacosane	Normal paraffin	4 22.1	1
229	C28	H58	n-Octacosane	Normal paraffin	4 31.6	1
230	C29	H60	n-Nonacosane	Normal paraffin	4 40.8	1
231	C30	H62	n-Triacontane	Normal paraffin	4 49.7	1
232	C31	H64	n-Hentriacontane	Normal paraffin	4 58	1
233	C32	H66	n-Dotriacontane	Normal paraffin	4 67	1
234	C33	H68	n-Tritriacontane	Normal paraffin	4 75	1

第七表

§3. 原油之分類

構成原油之碳氫化合物，其主要之石油屬為石蠟屬、俄國石油屬及芳香族等。原油成分中，碳氫化合物容易分餾，而且能够測定，但對於高沸點之分餾物則甚難分餾。然因高沸點成分佔了絕大部份，因