



3

404021

中國西部科學院  
理化研究所叢刊  
第五號

川煤低溫蒸餾試驗

李樂元

摘印中國化學工程雜誌 6 卷 2 期

民國廿八年十二月

## 中國西部科學院出版品目錄

### 甲 研究調查專刊

著作名稱	著作人	類別及出版處	出版年月
四川煤炭化驗第一次報告	李樂元 徐崇林	理化研究所叢刊第一號	23年7月
四川煤炭之分析	李樂元	理化研究所叢刊第二號	26年3月
川康礦產之化學成份	李樂元	理化研究所叢刊第三號	27年12月
四川煤炭分析續報	李樂元 黃治平 唐建中 楊家驊	理化研究所叢刊第四號	27年12月
川煤低溫蒸餾試驗	李樂元	理化研究所叢刊第五號	23年12月
重慶南川間地質誌	常隆慶	地質研究所叢刊第一號	22年4月
四川嘉陵江三峽地質誌	常隆慶 羅正遠	地質研究所叢刊第二號	22年8月
綦江鐵礦誌	李賢誠	地質研究所叢刊第三號	26年7月
四川嘉陵江下游魚類之調查	施懷仁	生物研究所叢刊第一號	23年11月
四川嘉定峨眉魚類之調查	施懷仁	生物研究所叢刊第二號	23年2月
四川鳴禽之研究	王希成	生物研究所叢刊第三號	24年4月
造林特刊	農林研究所	農林研究所	20年3月
裁兵與屯墾	劉雨若	農林研究所	21年
廿一年農場報告	農林研究所	農林研究所	22年
廿二年農場報告	農林研究所	農林研究所	23年
廿三年農場報告	農林研究所	農林研究所	24年
西瓜栽培法	張博和 鄧文俊	農林研究所	26年3月
氣象月刊	測候部	農林研究所	26年2,3,4月
雷馬峨屏調查記	常隆慶 施懷仁 俞德浚	科學院特刊第一號	24年4月
博物專刊	博物館	中國西部科學院	19年10月
博物館概況	博物館	中國西部科學院	21年
工業陳列品說明	博物館	中國西部科學院	21年4月
四川產業記載索引初篇	圖書館	中國西部科學院	23年4月
中國西部科學院廿年度報告書	總務處	中國西部科學院	21年
中國西部科學院概況	總務處	中國西部科學院	26年

M6  
TR2-23.2  
1



3 1773 5175 0

# 川煤低溫蒸餾試驗

李樂元

中國西部科學院理化研究所

## 一，緒言

煤在密閉器內加熱蒸餾，可得固體之焦炭，液體之焦油及水液與氣體之煤氣。因蒸餾溫度高低之不同，所得之產品亦異。高溫蒸餾，溫度恆在攝氏千度以上，生成之焦炭，合於冶金之用，然以溫度高，所生成之焦油，大部份變成氣體，產量為之減低。至低溫蒸餾，則以溫度僅限於攝氏六百度左右，生成之焦炭，尚含有一部份揮發物，故易燃而無煙，甚宜於作家庭間爐灶燃料，且所生成之低溫焦油，產量約當高溫蒸餾所得一倍以上，提煉之後，可用為液體燃料。故缺乏石油之國家，務努力於煤之低溫蒸餾之研究。我國石油儲量若何，至今懸而未決，然煤藏固甚豐富，適於作低溫蒸餾之原料煤，自亦不難覓得。近年來致力於此項試驗工作者，亦頗不乏人。(1,2,3,4,)唯低溫蒸餾之產品，半焦約佔百分之七十五以上，故大規模低溫蒸餾工業能否成功，在經濟上常視半焦之有無銷場而定。此問題在四川，則具備適宜條件。蓋川省煤礦，多屬烟煤，各地居民，均以煙煤為燃料，煤中有用物質，隨煤煙飛散空中，未能收集利用，固屬可惜，而煙霧迷漫，有礙衛生，為害最烈，尤以重慶市依山為城，人口稠密，煤煙問題至為嚴重。誠能在川省建立低溫蒸餾工業，製造無煙易於着火之半焦炭，以供家庭燃料之需，則煤煙為害問題，可以解決，而自低溫焦油以製石油代用品，在國防工業上，亦為急不容緩之事。作者有鑒於斯，乃採集川煤廿五種，作低溫蒸餾之初步試驗，主要目的，固在尋求能製造優良半焦且產油豐富之原料煤，然川省各種不同煤樣在低溫蒸餾下產品之數量與性質若何，亦為作者試驗目的之一，故所採煤樣，並不嚴格限定於可作低溫蒸餾之原料者。廿五種煤樣之產地與實用分析見第一表，以地質時代言，天府公司煤屬二疊紀，其餘均屬侏羅紀。以種類言(9)則煙煤中各級均備(Bh, Bm, Bl)，無烟性烟炭(AB)有三種，低碳無烟炭(AI)亦得一種，大體足以代表川省各種不同煤樣之性質。

## 二，試驗方法及儀器說明

本篇所用低溫蒸餾試驗之方法共有兩種，第一種乃仿照英國燃料研究所設計(11)而稍加修正者，與蕭之謙氏(1)所用方法及裝置相同。第二種乃用鈦鐵作蒸

餾器，每次用煤樣四百公分，茲分述如左：

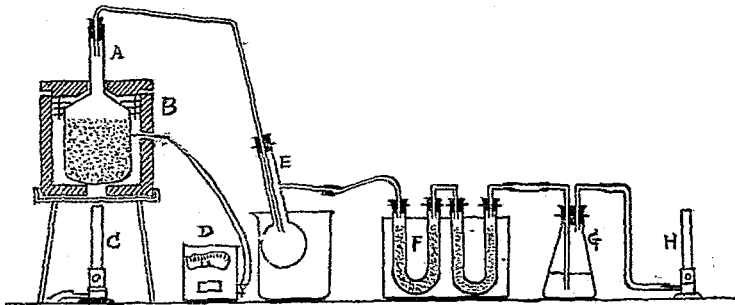
A：英國燃料研究所法 儀器裝置，請參閱蕭著(1)。煤樣經 60 孔篩在  $105^{\circ}-115^{\circ}\text{C}$  烘乾二小時，取 20 公分平鋪放入蒸餾管中，使成一薄層，長約 6 吋，厚約管徑三分之二，用小量石棉塞之，將蒸餾管與其餘各部份相連接，燃燒爐預熱至  $300^{\circ}\text{C}$ ，將蒸餾器插入爐中，調整電阻，使於一小時內溫度升高至  $600^{\circ}\text{C}$ 。在溫度漸次升高之時間內，注意觀察油液開始蒸出及煤氣開始發生時之溫度。在  $600^{\circ}\text{C}$  保持一小時。

實驗之前後，稱蒸餾管之重量，可得半焦之產量，作為帶油受器之刻度管所增之重量，乃脂油及水液二者之總重，水液之容量，可自管內二者混合體加三氯甲烷 ( $\text{C}_2\text{HCl}_3$ ) 使脂油溶化與水液分層清晰後觀察之。由二者混合容量減去水液，即得脂油之容量。假定水液之比重等於一，則水及脂油之重量均可求得。脂油之重量以其容量除之，即得脂油之比重。

氮之產量，乃將吸收管內  $\frac{1}{10}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  液，及與脂油混存之水液部份，二者加  $\text{NaOH}$  使呈強鹼性，蒸餾之，用過量之  $\frac{\text{N}}{10}$   $\text{HCl}$  吸收其蒸出物，再用  $\frac{\text{N}}{10}$   $\text{NaOH}$  以滴定之。由此計算氮之產量。

氣體分析，係應用附有爆炸管之 Orsat 氣體分析器 (15) 爆炸管用以測氮及飽和碳化氫，由氣體之組成成份，可計算其比重與重量。

B. 鐵罐蒸餾法 其裝置如第一圖。取經過 4 孔篩，在  $105-110^{\circ}\text{C}$  烘乾



第一圖 鐵罐蒸餾裝置 A. 鐵罐 B. 石棉罩 C. 煤汽燈 D. 高溫計 E. 脂油受器，100-c.c. 分格燒瓶 F. 輕油吸收管，內盛粒狀活性炭 G  $\text{NH}_3$  吸收器，中盛  $\frac{1}{10}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  H. 煤汽燈

兩小時之煤樣 40 公分，放入鐵罐 A 中，加蓋嚴密封固，置於石棉罩 B 中，與 E, F, G, H. 相連接，並在石棉罩 B 側之小孔中，插入熱電偶。裝置就緒，實驗開始。用煤氣燈 C 加熱蒸餾之。溫度之上升使每分鐘為  $5^{\circ}\text{C}$ 。及至  $600^{\circ}\text{C}$ 。

在此溫度保持一小時。蒸餾所生成之煤氣經 E，所含水液及油冷凝，尚有部份未被冷卻之輕油，經 F 為活性礬所吸收。所含氮則在 G 中被  $\frac{1}{10}$  H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 所吸收，然後由 H 放出，點火使燃燒。

試驗終止後，自鐵罐 A 中，取出半焦，稱其重量，將 E 瓶之水液及油傾入刻度量筒中，察其容量，並求其重量。氮之生成量，則自 G 中之吸收液蒸餾並測定之。煤氣之百分率，乃自 100 減去半焦、油、水液及氮之和而得。

C. 油之分留 為考察低溫油之成份見，乃用鐵罐蒸餾法所得油，用 Engler 瓶 (14) 分留之，因鐵罐之容量，每次僅能盛煤 400 公分，故須將同一煤樣作數次蒸餾，使所得油在 100 c.c. 以上。

油與水液之混合體，靜置之使析及兩層，將水液分離，取油 100 c.c. 放入 Engler 瓶中加熱蒸餾之，以察其在不同溫度下餾出物之數量。

### 三，試驗結果及討論

A. 川煤廿五種，按英國燃料研究所方法，用 20 公分煤樣在 600°C 下蒸餾結果見第二表，所產半焦及煤氣之成份見第三，第二表所列數字，係兩次試驗所得之平均數。

第一表 煤樣分析

號數	名稱及所在地	實用分析、百分數)				硫 (百分數)	熱量 B. T. U.
		水分	揮發物	固定炭	灰分		
20	榮經小河場	1.63	8.97	73.19	16.18	0.54	6878
21	榮經花灘場	1.60	13.34	74.43	11.23	0.54	7658
5	天府四廠外石天平	0.50	15.12	63.31	21.07	2.06	6860
11	天府三廠二連炭	0.28	17.54	72.93	9.25	1.90	7913
1	天府四廠小獨連	0.60	16.79	58.13	24.48	5.23	6552
2	天府三廠雙連子	0.50	18.48	62.23	18.74	2.58	7055
3	天府四廠臭炭	0.38	17.70	57.29	24.63	6.71	6446
4	天府三廠大獨連	0.57	16.31	53.62	29.50	9.91	6132
6	天府二廠內石天平	0.25	17.25	67.10	15.40	3.92	6334
7	天府三廠大連子	0.44	18.47	70.85	10.20	1.84	7810
8	天府三廠天平炭	0.55	17.97	73.36	8.12	2.16	7939
9	天平三廠子連炭	0.15	17.51	68.56	13.78	3.92	7470
10	天府三廠牛肉炭	0.77	17.53	71.48	10.17	2.35	7788
12	天府二廠底炭	0.36	16.75	67.05	15.84	6.26	7324
19	屏山正福廠	1.57	23.71	57.27	17.45	0.54	7036
22	隆昌石燕厚炭	0.41	27.03	53.93	18.63	0.89	7009
25	隆昌石燕纖炭	0.92	19.60	44.51	34.97	0.56	5561
17	復興底板炭	0.92	27.77	54.44	16.87	0.64	7110
18	龍王洞正連	1.05	25.20	65.99	7.76	0.50	7941
13	寶源三廠正連	1.33	23.18	57.18	18.31	0.75	6919
15	寶源四廠三連	0.23	32.80	63.84	6.03	0.65	8092
14	寶源四廠雙連	1.00	33.10	50.89	9.04	3.06	7595
16	同發公青杠炭	1.17	30.80	54.13	13.90	0.70	7223
23	石燕底炭	1.33	30.51	47.44	20.72	3.16	6383
24	石燕夾壳炭	1.35	23.63	41.35	33.62	2.79	5502

第二表 蒸餾產物

號數	蒸餾產物成份(百分數)					分解溫度 T		備註
	半焦	油	水分	氮	煤氣	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	
20	94.54	0.56	1.90	0.027	2.75	435	—	無粘結性
21	91.37	2.36	1.39	0.036	4.57	395	548	同
5	88.97	3.43	1.50	0.027	5.30	370	452	強粘結性，不膨脹
11	87.63	4.81	1.38	0.043	5.64	390	475	強粘結性，膨脹
1	87.45	3.27	1.41	0.086	6.86	400	460	同第5號
2	86.74	4.01	1.48	0.046	7.31	390	458	同
3	87.97	3.91	1.15	0.061	6.36	400	450	微粘結性
4	87.40	3.65	1.50	0.023	6.70	390	450	同第3號
6	87.69	4.26	1.33	0.139	6.10	390	445	同第5號
7	87.34	4.67	1.31	0.065	6.08	400	474	同第11號
8	87.03	4.68	1.04	0.043	7.05	365	456	同上但膨脹較差
9	87.81	4.25	1.28	0.054	7.15	385	480	同第5號
10	87.78	4.66	1.25	0.046	5.60	390	470	同第11號
12	87.53	4.14	1.10	0.120	6.51	375	470	同第5號但粘結性差
19	82.65	7.29	3.85	0.108	5.28	370	432	微粘結性
22	81.36	8.75	4.25	0.110	5.20	345	405	同
25	85.68	6.21	3.46	0.093	3.84	350	405	同
17	79.35	9.75	4.00	0.142	6.30	330	410	弱粘結性，不膨脹
18	81.48	7.50	3.56	0.090	6.75	370	432	弱粘結性
13	84.35	7.18	2.92	0.108	4.50	340	438	同第17號
15	75.21	11.65	3.20	0.064	10.50	340	410	強粘結性，微膨脹
14	75.53	11.22	4.92	0.077	8.10	345	420	同第11號
16	76.46	13.70	2.90	0.123	6.50	335	402	同第21號
23	79.09	11.70	3.43	0.127	6.10	340	390	粘結性尚佳
24	84.10	7.10	3.31	0.137	4.60	345	385	無粘結性

T<sub>1</sub> = 煤氣開始發生之溫度 (°C)

T<sub>2</sub> = 油液開始蒸出之溫度 (°C)

第三表 燕窩產物分析

號數	半焦之質用分析					煤氣分析						
	水分	揮發物	固定炭	灰分	硫	CO <sub>2</sub>	不飽煙	O <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub> *	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
20	2.14	4.63	76.49	16.74	0.48	3.8	1.6	2.8	3.0	61.94	17.31	9.55
21	2.70	5.20	80.25	11.85	0.49	2.4	2.4	2.6	1.6	63.57	23.65	3.78
5	1.51	4.86	70.46	23.18	1.48	5.6	2.6	2.8	1.0	64.00	21.30	2.30
11	1.88	6.48	80.82	10.82	1.66	5.2	1.8	2.0	1.0	65.44	21.81	2.75
1	2.19	7.22	62.61	27.95	3.90	10.4	2.2	1.2	2.0	60.48	18.12	5.60
2	2.34	7.93	67.73	22.00	2.54	9.8	2.1	1.0	2.4	65.36	10.79	8.85
3	2.58	8.75	60.07	28.60	5.17	9.8	2.8	2.0	2.0	57.68	23.76	1.96
4	1.89	5.61	59.33	33.17	7.27	9.4	2.4	2.8	1.0	56.80	23.10	4.50
6	2.19	5.94	74.56	17.71	3.01	11.0	2.0	2.5	0.7	64.06	16.48	3.31
7	2.30	6.56	79.10	12.04	1.63	3.6	1.6	2.4	0.8	70.25	16.40	4.95
8	2.89	5.90	82.46	9.25	1.71	4.6	2.2	1.6	1.0	67.23	22.43	0.89
9	2.33	7.37	74.21	16.09	2.94	9.6	2.0	3.0	0.8	62.60	20.30	1.70
10	1.93	6.70	79.49	11.88	1.98	5.4	2.2	1.8	2.2	68.00	18.40	2.00
12	1.79	4.79	75.60	17.82	4.52	7.2	2.4	1.8	0.8	68.80	17.20	1.80
19	2.80	5.64	70.90	20.66	0.51	6.0	1.1	1.3	6.0	65.13	14.64	5.73
22	1.49	5.84	69.83	22.84	0.76	7.8	2.8	3.2	5.4	59.40	19.70	1.74
25	1.82	4.71	52.63	40.84	0.56	12.4	2.6	2.8	4.0	57.00	21.00	1.20
22	2.44	7.71	68.77	21.08	0.54	6.6	3.2	1.8	5.8	68.54	11.16	2.90
17	3.31	6.74	80.73	9.22	0.42	6.0	2.6	1.0	6.0	60.51	20.15	3.70
18	2.60	6.64	69.30	21.16	0.69	6.0	2.0	1.6	2.6	58.52	25.36	3.92
13	3.53	6.49	82.25	7.73	0.47	5.4	2.6	1.6	1.6	56.25	16.66	12.09
15	2.85	6.48	79.02	11.70	3.31	9.2	2.8	1.0	1.4	61.63	20.54	3.43
16	2.93	6.23	78.08	17.76	0.53	4.8	3.4	2.2	4.0	67.93	10.06	7.61
23	5.66	6.26	63.72	26.36	2.34	12.8	3.2	1.8	3.6	56.15	20.46	1.99
24	2.46	6.47	51.23	33.84	2.13	8.4	4.4	3.8	3.6	57.40	19.04	1.76

\* 包括本風所有飽和煙



觀第二表，天府公司煤(試驗號數 1 至 12)，所產半焦，尙多可用作無烟燃料，唯油之產量恆在 5% 以下，殊嫌過低，且天府煤用以煉冶金焦 (7,8)，甚有希望，故不宜用作低溫蒸餾原料。榮經煤 (20 及 21) 近於無烟煤，根本不宜於低溫蒸餾。屏山煤 (18) 產油達 7.29%，尙屬不惡，唯不能粘結成塊，將來可與附近所產富於粘結性之烟煤，混合試驗，以及良半焦之粘性。江北二岩煤之青杠炭 (16)，產油量達 13.70%，為二十五種煤樣中之最高記錄，半焦之性狀亦最佳，參看第一版)此煤單獨用作低溫蒸餾原料，頗為合宜。二岩底板炭 (17)，油之產量雖低於青杠炭，半焦亦不堅牢，但可與青杠炭混合煉製，當能改善。寶源公司正連 (13)，雙連 (14) 及三連 (15) 三種煤樣中，半焦之性狀，以三連為佳，雙連炭過於膨脹，正連則粘結力弱，易於破碎。其產油量，雙連及三連均在 11% 以上，正連較低。三種煤以不同比例混合試驗，亦可改良半焦之粘結性。龍王洞煤 (14) 粘結力較弱，產油量尙佳，試加瀝青以增其粘性，亦能改善。唯龍王洞煤為重慶附近最優良之鍋爐用煤，市價特高，用以作低溫原料，殊非所宜。隆昌石燕公司煤 (22至25)，粘結力均不强，但底炭之脂油產量達 11% 以上，亦有可取，如與粘性强之烟煤混合，亦可用作低溫蒸餾之原料。

B. 根據前項試驗結果，乃擇其重要者更作混合煤樣之試驗，以便改良半焦性狀，混合成份如下列：

試驗號數	混 合 成 份
26	No. 13寶源正連炭 90% + No. 14雙連炭 10%
27	" 70% + " 3%
28	" 50% + " 50%
29	" 20% + No. 15三連炭 80%
30	" 4% + " 60%
31	" 30% + " 70%
32	No. 16二岩青杠炭 80% + No. 17底板炭 20%
33	" 60% + " 40%
34	" 70% + " 3%
35	No. 18龍王洞煤 95% + 瀝青 5%
36	" 92% + " 8%

混合煤樣蒸餾 仍用英國燃料研究所法，結果見第四表，第四表中所列數字，試驗號數 28, 29, 30, 31, 32 及 25 等六種乃兩次所得實驗之平均數。其餘五種則以半焦性狀較次故僅作一次實驗。

第四表 混合煤樣蒸餾產物

號數	產物成份(百分數)					分解溫度		備註
	半焦	油	水分	氫	煤氣	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	
26	82.39	7.42	3.93	—	—	342	435	微粘結性 粘結性尚佳 強粘結性，不膨脹 同上，但膨脹 同 同 強粘結性，但不膨脹 同 同 強粘結性 同
27	81.00	8.18	4.25	—	—	345	435	
28	79.85	9.00	4.13	0.110	6.20	340	422	
29	77.45	11.10	4.08	0.090	6.60	330	415	
30	79.27	10.16	3.55	0.087	6.30	340	425	
31	78.50	10.90	3.16	0.122	6.80	335	400	
32	77.05	12.60	3.52	0.140	6.30	330	405	
33	77.70	11.28	4.00	—	—	335	400	
34	77.30	12.00	3.40	—	—	330	400	
35	79.33	10.70	2.83	0.086	6.40	315	352	
36	78.93	11.00	3.34	—	—	315	348	

按半焦之性狀而言，以試號 29, 31, 32 及 35 四種為佳。尤以 31 資源正運與三運以 3:7 混合及 32 二岩青紅炭與底板炭以 8:2 混合兩種，所產半焦，粘結性既強，且體積較原煤稍縮，為最優良之低溫蒸餾原料。

C. 為考驗較大規模低溫蒸餾產品之性狀，並試驗低溫油之成份起見，原擬將廿五種煤樣中擇其半焦性佳，產油豐富者，均用鈦罐作蒸餾試驗。後以時間不及待，僅將石燕煤作數度試驗，如下所列結果，試號 37 係第一次實驗之平均數，38 為兩次平均數。

試驗號數	煤樣	蒸餾產品 %				
		半焦	脂油	水	氫	煤氣
37	與試驗號數 No. 25 相同，即石燕公司鉄炭	84.28	5.96	4.12	0.03	5.55
38	與試驗號數 No. 28 相同，即 No. 13 與 No. 14 以 1:1 混合。	80.41	5.02	5.00	0.10	6.44

溫度 C°	所得容量百分率	顏色
0—175	20.0	黃白
175—225	20.0	黑黃
225—275	20.0	黑綠
275—350	21.3	黑紅
瀝青(及損失)	18.7	黑
總計	100.0	

上表為石燕鐵炭產油之分解結果，輕油，中油，重油之產量均在 20% 以上，殊為可觀。

## 四， 結 論

爲尋求適於製造優良半焦且產油豐富之原料煤，作者用川煤廿五種，作低溫蒸餾試驗，結果以江北二岩青杠炭，二岩青杠炭與底板炭以 8:2 混合及資源公司正連炭與三連炭以 3:7 混合三種爲最適宜。其所產半焦結力強，且體積較原煤稍爲縮小，大規模工業製造時，易自蒸餾器中鉅取，低溫焦油產量豐富二岩青杠炭產油達 13.70%。

## 五， 誌 謝

本篇係作者於民國廿六年，奉憲院長作孚之命，派赴南京前實業部地質調查所，借地工作之結果。蒙翁文瀾所長惠允利用該所設備，進行研究，工作方面，承該所沁園燃料研究室金潤英蕭之謙先生之親切指示，本篇復承核閱。煤樣及半焦之實用分析由該所王懋謙先生代作，謹誌於此，以表謝忱。

## 參 考 書 目：

1. 蕭之謙：中國烟煤低溫蒸餾之試驗，地質彙報 第21號，民國22年7月
2. 賈魁士：中國烟煤低溫蒸餾之試驗(續)，地質彙報第31號，民國27年4月
3. 葛毓桂 張長生：中國烟煤高低溫炭化試驗之比較，武漢大學理科季刊16卷4期，民國28年6月
4. 湯騰寬 羅瑞璣：華北煤炭低溫蒸餾之研究 北洋工學院工科研究所叢刊14號，民國28年7月 僅見題目未讀原文。
5. 李樂元：四川煤炭之分析，化學工程4卷1期，民國28年3月
6. 李樂元 黃治平、唐建中、楊家驊：四川煤炭分析續報，四川地質調查所地質叢刊1號，民國27年12月
7. 蕭之謙 賈魁士：中國烟煤之煉焦試驗，工程月刊1卷1期，民國28年1月
8. 蕭之謙：試驗川煤煉焦計劃，鑛冶半月刊：卷1期，民國28年1月
9. 翁文瀾：中國石炭之分類，地質彙報第8號，民國15年12月
10. 郝新吾譯：煤之低溫乾餾工業，商務最新化學工業大全第四冊。
11. Gray, T. and King, J. G., The Assay of Coal for Carbonization Purposes. Fuel Research Board, Tech. Paper No. 1.
12. King, J.G., Tasker, C. and Edgcombe, L.J., The Assay of Coal for Carbonization Purposes (part II), Fuel Research Board, Tech Paper No. 21.
13. Gentry, F.M., The Technology of Low Temperature Carbonization.

14. Illingworth, S. Ray., The Analysis of Coal and Its By-products p  
137. 1921
15. Dannis: Gas Analysis.
16. Haslam, R. T. and Russell, R. P., Fuel and Their Combustion.
17. Wellington, S. N. and Cooper, W. R., Low Temperature Carboniza-  
tion.
18. Roberts, J., Coal Carbonization, High and Low Temperature.



## LOW TEMPERATURE CARBONIZATION OF SZECHUAN COAL

By L. Y. Li (李樂元)

*Department of Physics and Chemistry,  
The Science Institute of West China*

Because of the lack of motor spirits in China, low temperature carbonization of coal has, in recent years, received much attention as a possible means to solve part of the oil problem in China. The purpose of the present note is to report some of the results obtained on Szechuan coals, which may interest those engaged in oil research, particularly important at the present time.

### Experimental

Twenty-five samples of Szechuan coals were carbonized at 600° C. by using Gray and Kings' method, modified by Hsiao<sup>2</sup>. The results are tabulated in Tables II and III, while Table I shows the analysis of the original coals.

Table I. Analysis of Coal Samples.

Sample No.	Name and Locality	Proximate Analysis in Per Cent				Per Cent Sulphur	Heating Value in B. T. U.
		Moisture	Volatile Matter	Fixed Carbon	Ash		
20	榮經小河場	1.66	8.97	73.19	16.18	0.54	6878
21	榮經花灘場	1.00	13.34	74.43	11.23	0.54	7658
5	天府四廠外石天平	0.50	15.12	63.31	21.07	2.06	6860
11	天府三廠二連炭	0.28	17.54	72.93	9.25	1.90	7913
1	天府三廠小獨連	0.60	16.79	58.13	24.48	5.23	6552
2	天府三廠雙連子	0.50	18.43	62.23	18.74	2.58	7055
3	天府四廠臭炭	0.33	17.70	57.29	24.63	6.71	6446
4	天府三廠大獨連	0.57	16.31	53.62	29.50	9.91	6132
6	天府二廠內石天平	0.25	17.23	67.10	15.40	3.92	6934
7	天府三廠大連子	0.44	18.47	70.25	10.20	1.84	7810
8	天府三廠天平炭	0.55	17.97	73.36	8.12	2.16	7939
9	天平三廠子連炭	0.15	17.51	68.56	13.78	3.92	7470
10	天府三廠牛肉炭	0.77	17.53	71.48	10.17	2.35	7788
12	天府二廠底炭	0.36	16.75	67.05	15.84	6.26	7324
19	屏山正福廠	1.57	23.71	57.27	17.45	0.54	7036
22	隆昌石燕厚炭	0.41	27.03	53.93	18.63	0.89	7009
23	隆昌石燕纖炭	0.92	19.60	44.51	34.97	0.56	5561
17	復興底板炭	0.92	27.77	54.44	16.87	0.64	7110
18	龍王洞正連	1.05	25.20	65.99	7.76	0.50	7941
13	寶源三廠正連	1.33	23.18	57.13	18.31	0.75	6919
15	寶源四廠三連	0.28	32.80	63.84	6.08	0.63	8092
14	寶源四廠雙連	1.00	33.10	50.86	9.04	3.06	7595
16	同發公青杠炭	1.17	30.80	54.13	13.90	0.70	7223
23	石燕底炭	1.33	30.51	47.44	20.72	3.13	6383
24	石燕夾壳炭	1.35	23.63	41.35	33.62	2.79	5502

<sup>2</sup> 地質彙報 21 號 (1933)

## 2 LOW TEMPERATURE CARBONIZATION OF SZECHUAN COAL

Table II. Carbonization Products.

Sample No.	% Carbonization Products					Decomposition T°		Remarks
	Coke	Oil	Water	Ammonia	Gas	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	
20	94.54	0.56	1.90	0.027	2.75	435	—	None agglutinating.
21	91.37	2.36	1.39	0.036	4.57	395	548	Ditto
5	88.97	3.45	1.50	0.027	5.30	370	452	Strongly agglut., not swelling.
11	87.63	4.81	1.38	0.043	5.64	390	475	Strongly agglut., and swelling.
1	87.45	3.27	1.41	0.086	6.86	400	460	Same as No. 5.
2	83.74	4.01	1.48	0.046	7.31	390	458	Ditto
3	87.97	3.91	1.15	0.081	6.36	400	450	Slightly agglut.
4	87.40	3.65	1.50	0.023	6.70	390	450	Same as No. 3.
6	87.69	4.26	1.33	0.139	6.10	390	445	Same as No. 5.
7	87.34	4.67	1.31	0.065	6.08	400	474	Same as No. 11.
8	87.03	4.68	1.04	0.043	7.05	365	456	Same as 11 but not so swell.
9	87.81	4.25	1.28	0.054	7.15	385	480	Same as 5.
10	87.78	4.66	1.25	0.046	5.60	390	470	Same as 11.
12	87.53	4.14	1.10	0.120	6.51	375	470	Same as 5 but not so agglut.
19	82.65	7.29	3.85	0.108	5.28	370	432	Sl. agglut.
22	81.36	8.75	4.25	0.110	5.20	345	405	Ditto
25	85.68	6.21	3.46	0.093	3.84	350	405	Ditto
17	79.35	9.75	4.00	0.142	6.30	330	410	Weakly agglut., not swelling.
18	81.48	7.50	3.56	0.090	6.75	370	432	Weakly agglut.
13	84.35	7.18	2.92	0.108	4.50	340	438	Weakly agglut., not swelling.
15	75.21	11.65	3.20	0.064	10.50	340	410	Strongly agglut., slight swelling.
14	75.53	11.22	4.92	0.077	8.10	345	420	Strongly agglut. and swelling.
16	76.46	13.70	2.90	0.123	6.50	335	402	Strongly agglut., not swelling.
23	79.09	11.70	3.43	0.127	6.10	340	390	Fairly agglut.
24	84.10	7.10	3.31	0.137	4.60	345	385	None agglut.

T<sub>1</sub>=The temperature at which gas began to evolve, in °C.T<sub>2</sub>=The temperature at which the first drop of oil was obtained, in °C.

Table III. Analyses of the Products

Sample No.	Proximate Analysis of Coke in Per Cent					Analysis of Gaseous Products in Per Cent							
	Moisture	Volatiles Matter	Fixed Carbon	Ash	S	CO <sub>2</sub>	Unsat	O <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
20	2.14	4.63	76.49	16.74	0.48	3.8	1.6	2.8	3.0	61.94	17.31	9.55	
21	2.70	5.20	80.25	11.85	0.49	2.4	1.4	2.6	1.6	63.57	25.65	3.78	
5	1.50	4.86	70.46	23.18	1.48	5.6	2.6	2.3	1.0	64.00	21.30	2.30	
11	1.88	6.48	80.82	10.82	1.68	5.2	1.8	2.0	1.0	65.44	21.81	2.75	
1	2.19	7.22	62.64	27.95	3.90	10.4	2.2	1.2	2.0	60.48	18.12	5.60	
2	2.34	7.93	67.73	22.00	2.54	9.5	2.1	1.0	2.4	65.36	10.79	8.85	
3	2.58	8.75	60.07	28.60	5.17	9.8	2.8	2.0	2.0	57.68	23.76	1.96	
4	1.89	5.61	59.33	33.17	7.27	9.4	2.4	2.5	1.0	56.80	23.10	4.50	
6	2.19	5.54	74.56	17.71	3.01	11.0	2.0	2.8	0.7	64.06	16.43	3.31	
7	2.30	6.56	79.10	12.04	1.63	3.6	1.6	2.4	0.8	70.25	16.40	4.95	
8	2.39	5.90	82.46	9.25	1.71	4.6	2.2	1.6	1.0	67.28	22.43	0.89	
9	2.33	7.37	74.21	16.09	2.94	9.6	2.0	3.0	0.8	62.60	20.30	1.70	
10	1.93	6.70	79.49	11.88	1.93	5.4	2.2	1.8	2.2	68.00	18.40	2.00	
12	1.79	4.79	75.60	17.82	4.52	7.2	2.4	1.8	0.8	68.80	17.20	1.80	
19	2.80	5.64	70.90	20.66	0.51	6.0	1.1	1.3	6.0	65.13	14.64	5.73	
22	1.49	5.84	69.63	22.84	0.76	7.8	2.8	3.2	5.4	59.40	19.70	1.74	
25	1.82	4.71	52.63	40.84	0.56	12.4	2.6	2.8	4.0	57.00	21.00	1.20	
17	2.44	7.71	68.77	21.08	0.54	6.6	3.2	1.8	5.8	68.54	11.16	2.90	
18	3.31	6.74	80.73	9.22	0.42	6.0	2.6	1.0	6.0	60.51	20.15	3.70	
13	2.60	6.64	66.30	21.46	0.69	6.0	2.0	1.6	2.6	58.52	26.36	3.92	
15	3.53	6.49	82.25	7.73	0.47	5.4	2.6	1.6	5.4	56.25	16.66	12.09	
14	2.85	6.43	79.02	11.70	3.31	9.2	2.8	1.0	1.4	61.63	20.54	3.43	
16	2.93	6.23	73.08	17.76	0.53	4.8	3.4	2.2	4.0	67.93	10.06	7.61	
23	3.66	6.26	63.72	26.36	2.34	12.8	3.2	1.8	3.6	56.15	20.46	1.99	
24	2.46	6.47	51.23	39.84	2.13	6.4	4.4	3.8	3.6	57.40	19.04	1.76	

\* Including saturated hydrocarbons of this series.



4 LOW TEMPERATURE CARBONIZATION OF SZECHUAN COAL

From Table II, it can be seen that the highest amount of oil, 13.7%, was obtained from No. 16 coal while no's. 14, 15 and 23 gave more than 11%. The coke obtained from No. 16 is of high quality as shown in Fig. 1. All samples from Tien-fu Coal Mine, no's. 1 to 12 inclusive, gave poor oil yield and are not suited for low temperature carbonization. They are good however for metallurgical use. No. 19 gave an oil yield of 7.29% but the coke produced has very poor agglutinating power. No. 17 produced 9.5% oil but weak coke. No. 14 gave too much swelling. It seems, therefore, only sample No. 16 can be carbonized alone. The others can be blended to yield better results.

Table IV shows the results obtained from blended mixtures. The blending was done by mixing no's. 13 and 14, 13 and 15, 16 and 17, and 19 and asphalt, in the following proportions:

Sample No.	Percent Blending
26	90% No. 13 coal and 10% No. 14 coal
27	70% " " " " 30% " " "
28	50% " " " " 50% " " "
29	20% " " " " 80% " 15 "
30	40% " " " " 60% " " "
31	30% " " " " 70% " " "
32	80% " 16 " " 20% " 17 "
33	60% " " " " 40% " " "
34	70% " " " " 30% " " "
35	95% " 19 " " 5% asphalt
36	92% " " " " 8% " "

Table IV. Carbonization Products from Blended Mixtures.

Sample No.	% Products					Decomposition T.		Remarks
	Coke	Oil	Water	Ammonia	Gas	T <sub>1</sub> *	T <sub>2</sub> *	
26	82.39	7.42	3.93	—	—	342	435	Slightly agglut.
27	81.00	8.18	4.23	—	—	345	435	Fairly agglut.
28	79.85	9.00	4.13	0.110	6.20	340	422	Strongly agglut., not swelling.
29	77.45	11.10	4.08	0.090	6.60	330	415	Ditto but more swell.
30	79.27	10.16	3.55	0.087	6.30	340	425	Ditto
31	78.50	10.90	3.16	0.122	6.80	335	400	Ditto
32	77.05	12.30	3.52	0.140	6.30	330	405	Strongly agglut., not swelling.
33	77.70	11.28	4.00	—	—	335	400	Ditto
34	77.30	12.00	3.40	—	—	330	400	Ditto
35	79.33	10.70	2.83	0.036	6.40	315	352	Strongly agglut.
36	78.98	11.00	3.34	—	—	315	348	Ditto

\* T<sub>1</sub> = The temperature of which gas began to evolve in °C.

\* T<sub>2</sub> = The " " " the first drop of oil was obtained in °C.

## LOW TEMPERATURE CARBONIZATION OF SZECHUAN COAL 5

Blended sample no's. 28, 31, 32 and 35 all gave good results, especially No's. 31 and 32. The coke obtained has very strong agglutinating power and does not swell and in fact it shrank a little. Fig. 2 shows the coke obtained by carbonizing sample no. 25 in large scale retort.

### Summary

Among the 25 samples of coal studied, sample no. 16 gave the best result, and can be carbonized alone. Two of the blended samples, 30% of no. 13 with 70% of no. 15 and 80% no. 16 with 20% no. 17, gave similar results. The yield of oil was more than 11%, 13.7% being the highest as in the case of sample no. 16. The coke obtained has very strong agglutinating power and no swelling.



## 中國西部科學院出版品目錄 (續)

### 乙 其他論文報告

著作名稱	著作人	類別及出版處	出版年月
四川造紙木材之初步調查	俞德浚	嘉陵江日報	23年3月
四川植物採集記	俞德浚	中國植物學雜誌1卷3, 4期	23年9月
實驗胎生學之研究方法	王希成	科學19卷5期	24年5月
施悲門之動物發生學說	王希成	科學19卷8期	24年8月
四川魚類目錄	施懷仁	北大自然科學季刊5卷4期	24年9月
峨眉縣之白蠟業	杜大華	四川月報7卷3期	24年9月
廿年來發生學之進展	王希成	科學19卷10期	24年10月
昆蟲之採集與製作	黃楷	北碚月刊1卷1—5, 期	25年8月
嘉陵江三峽岩石之用途	羅正遠	北碚月刊1卷2期	25年9月
生物研究所植物部五年來之進展	蔣卓然	北碚月刊1卷3, 4期	25年10月
北平鴨之雜交實驗	蕭蘊昆	北碚月刊1卷4期	25年12月
川東北邊區採集記	黃楷	北碚月刊1卷8期	26年4月
天全植物採集記	孫祥麟	北碚月刊1卷8期	26年4月
西山坪農場三年來養豬經過	范藻如	北碚月刊1卷12期	26年8月
觀音米之化驗	黃治平	北碚月刊1卷12期	26年8月
甯屬七縣地質礦產	常隆慶	四川省政府建設廳	26年9月
四川省綏寧六縣及永甯一帶地質礦產調查簡報	李賢誠	建設週訊6卷17期	27年6月
四川鹽溪地震調查報告	常隆慶	地質論評3期3期	27年6月
江巴富盛間地質礦產調查報告	羅正遠	建設週訊6卷25期	27年8月
四川東北部地質礦產調查簡報	蕭有鈞 王現琮	建設週訊3卷10期及7卷2期	27年9月
四川鹽源金銀概況	常隆慶 李建青	地質論評3卷6期	27年12月
犍爲泮溪煉焦廠考察報告	李樂元	礦冶半月刊2卷7期	28年4月

院址：四川巴縣北碚

# **Low Temperature Carbonization of Szechuan Coals.**

By L. Y. Li (李樂元)

Department of Physics and Chemistry,  
The Science Institute of West China.

Reprinted from  
Journal of Chemical Engineering, China  
Pages 33-37, Volume VI, No. 2.  
December 1939.

