

清 華 大 學

第一次科学討論会报告集

1956·4

第四分册 动力机械类

清華大学科学研究工作委员会編

机械工業出版社出版

清 華 大 学
第一次科学討論会报告集

第四分册 动 力 机 械 类

清華大学科学研究工作委员会編



机械工業出版社

1 9 5 6

目 錄

中國煤的分类及特性研究·····	庄前鼎(3
燃气的热力性質表·····	吳仲華(47
气体流过位於任意迴轉面上叶棚的解法和这种叶棚的設計方法·····	吳仲華(74
热力学上最有利的給水加热溫度問題·····	董樹屏(97
鍋爐內燃燒結焦問題·····	刘崇漢(104
旋風爐·····	馮俊凱(110
凝汽式汽輪机改在惡化真空下运行的問題·····	方崇智(116
傳热学中水力積分仪的研究·····	罗棣菴(124
改進粗粉分离器的工作·····	韓如鐸(132
汽車行駛速度的研究·····	宋鏡瀛(138
汽車的大修里程問題·····	耿耀西(149
城市公共汽車站間行駛情况的選擇·····	黃幼昌(155
清華大学汽車拖拉机实验室的轉鼓試驗台和其中的一些測量的問題·····	徐大宏(165
在汽車拖拉机試驗中採用电測量的方法·····	倫景光(177

中國煤的分類及特性研究

摘 要

(I) 中國煤的分類法

(a) 元素分析圖解分類法——橫坐標採用純燃質揮發物百分數 V^s 而縱坐標則用簡化特性系數

$$\beta' = 2.35 \frac{\left(H^s - \frac{O^s}{8}\right)}{C^s}$$

(b) 實用分析圖解分類法——橫坐標採用純燃質揮發物百分數 V^s 而縱坐標則採用去灰定炭百分數 $F.C^w$ 。

(II) 中國煤的分類類別

根據上列二個新的圖解分類方法，中國煤在有元素分析或實用分析數據後，即可從圖解上求得分類類別，中國煤按照國際間一般分類標準，可以分為無煙煤，瘠煤、蒸汽結焦煤，煉焦煤，蒸汽肥煤，瓦斯煤，長火焰煙煤，褐煤等，已列在中國煤實用分析數據表的最后一項。

(III) 中國煤的特性

(a) 中國煤的成分——中國煤的成分，除灰分與硫磺的變化無規律外，其他成分如碳素，氫素，氧素，氮素，分析水分等的變化極有規律，此外煤的工作質水分則受外界氣候影響而變化，但吸收水分（即分析水分）則與煤的含氧量有關，而變化很有規律。

(b) 中國煤的元素分析與實用分析的關係——中國煤的實用分析數據，在煙煤區域，可以按照直線關係公式，轉變為元素分析的近似數據。例如

$$C^s = 93.3 - \frac{V^s}{4.55}, \text{ 當 } 8 < V^s < 35\% \text{ (煙煤區)}$$

其他成分如 H^s , O^s 及 $N^s S^s$ 等亦可從直線公式（如圖上所示）求得平均數值。

(B) 中國煤的發熱量 —— 中國煤的發熱量，若有元素分析數據，則應用門捷列夫公式來計算核對；若僅有實用分析數據，則可用古戴耳公式來計算核對，若僅有分析的成分數據而沒有氧彈測熱器的發熱量數據，則可用下面近似公式估計：

$$(1) \quad Q_{\text{高}}^s = 28.5 \left(\frac{8}{3} C^s + 8H^s - O^s \right) + 960 = Q_{\text{高}}^w + 390,$$

$$(2) \quad Q_{\text{低}}^s = 28.5 \left(\frac{8}{3} C^s + 8H^s - O^s \right) + 570.$$

(r) 中國煤的結焦性——中國煤的結焦程度，可按煤的結焦性系數，即燃質氫氧比率

$\left(\frac{H^*}{O^*}\right)$ 的大小而定。除了無烟煤, 瘠煤及褐煤, 燃燒后灰將形成粉狀外, 其他烟煤如 (1) 蒸汽結焦煤及部分煉焦煤, 即当 $V^* = 16 \sim 24$ 及 $\frac{H^*}{O^*} = 0.94 \sim 1.3$, 燃燒后灰分弱結焦; (2) 煉焦煤, 蒸汽肥煤及瓦斯煤, 即当 $V^* = 25 \sim 47$ 及 $\frac{H^*}{O^*} = 0.58 \sim 1.2$ 时, 燃燒后灰分強結焦; (3) 瓦斯煤及長火焰烟煤, 即当 $V^* = 31 \sim 46$, 及 $\frac{H^*}{O^*} = 0.34 \sim 0.50$ 时, 灰分弱結焦。

(Д) 中國煤的燃燒性能——中國煤的燃燒性能, 視煤的类别不同而有差別。何種煤適合於何種工業用途, 以及何種爐子適合於燃燒何種煤, 均視煤的类别, 成分與燃燒性能的是否適應而定, 为了節約經濟, 有时需要燃燒劣質煤及混合煤, 則爐內產生結焦問題, 必須設法研究解決。

(Ж) 中國煤的灰熔点——煤灰成分对灰熔点是有影响的, 改变煤灰成分, 可以改变灰熔点。增加煤灰中氧化金屬物如 Fe_2O_3 , CaO 及 MgO 等可以降低灰熔点而便利液态除灰, 而增加煤灰成分中的瓷土 (耐火泥) 百分数是否可以提高灰熔点, 是值得試驗研究。可以假定煤灰的主要成分是瓷土 ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) + 自由 SiO_2 + 各种金屬氧化物, 煤在燃燒后, 自由 SiO_2 与金屬氧化物結合而成低熔点的矽酸鹽。自由 SiO_2 的增減以比率 $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ 的增減表示之。当比率 $\frac{SiO_2}{Al_2O_3} = 1.17$ 时, 自由 $SiO_2 = 0$, 則虽金屬氧化物增加, 沒有自由 SiO_2 与金屬氧化物結合而成低熔点的矽鹽來降低总的灰熔点。若比率 $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ 增加至超出 1.17 以上, 則虽在同一的金屬氧化物百分数时, 灰熔点將降低。煤成分中的总硫的增加, 亦正如煤灰中的 Fe_2O_3 一样, 將降低灰熔点。电厂鍋爐中的用煤含硫总量, 希望不超过 1%, 俾免產生爐內結焦問題。

(З) 中國煤所需的理論空气量, 理論干烟气量及湿烟气量——煤所需的理論空气量, 干烟气量及湿烟气量是与煤的工作質低發热量 $Q_{\text{低}}^*$ 的增減变化而同样变化着, 形成了直線关系; 这样, 就可用近似公式來計算。

(И) 中國煤的可磨度系数——中國煤的分析試驗方面, 沒有这一項数据。因此, 只能利用苏联同类煤的實驗数据 (全苏热工研究所公佈), 作为中國煤的参考数据。

符号及公式

W^a ——实用分析煤中分析水分 (吸收水分) (空气干燥后)

V^a ——实用分析煤中揮發物百分数

$F \cdot C^a$ ——实用分析煤中固定炭百分数

A^a ——实用分析煤中灰分

$F \cdot C^w$ ——实用分析去灰定炭百分数 $= F \cdot C^a \times \frac{100}{100 - A^a}$

V^* ——純燃質揮發物百分数 (去水去灰) (元素分析)

$$= V^a \times \frac{100}{100 - W^a} \times \frac{100}{100 - A^a}$$

C^* ——純燃質碳素 (去水去灰) 二純燃質固定炭 + 純燃質揮發物中碳素 (元素分析)

H^* ——純燃質氢素 (元素分析)

O^* ——純燃質氧素 (元素分析)

N^z ——純燃質氮素(元素分析)

$$S_x^z \text{——純燃質揮發硫(元素分析)} = \frac{S_{oo}^c - S_c^c}{100 - A^c} \cdot 100$$

A^z ——干質灰分

$$S_{oo}^c \text{——干質化學分析總硫} = S_c^c + S_k^c + S_{op}^c$$

$$S_c^c \text{——干質揮發硫} = S_c^c + S_{op}^c$$

S_k^c ——干質硫化物中硫

S_{op}^c ——干質有機硫

W^p ——工作質水分

A^p ——工作質灰分

C^p ——工作質碳素

H^p ——工作質氫素

O^p ——工作質氧素

N^p ——工作質氮素

S_x^p ——工作質揮發硫

$$\beta = \text{燃煤特性係數} = 2.35 \frac{H^p - 0.126 O^p + 0.04 N^p}{C^p + 0.375 S_x^p}$$

$$\beta' = \text{簡化特性係數} = 2.35 \frac{\left(H^z - \frac{O^z}{8}\right)}{C^z}$$

Q_o^z ——純燃質氧彈發熱量(大卡/公斤)

Q_h^z ——純燃質高發熱量(大卡/公斤)

Q_k^z ——純燃質低發熱量(大卡/公斤)

$$M_s = \text{門捷列夫公式發熱量} = 81 C^z + 300 H^z + 26 S^z - 26 O^z$$

表1. 中國煤元

礦區 序号	W ^P	W ^a	A ^c	V ⁱ	S _{cc} ^c	Q _g ^c	Q _H ^c	C ⁱ	H ⁱ	O ⁱ	N ⁱ	Q _H ^P	A ^P	S ^P	C ^P	H ^P
1	3.11	1.00	21.81	25.03	0.16	8953	8720	91.45	3.94	3.49	1.12	6600	21.1	0.155	69	2.97
2	2.6	0.96	32.51	18.9	0.33	8715	8420	88.59	4.93	5.27	1.21	5530	31.6	0.32	58	3.23
3	3.49	1.02	36.57	26.21	0.31	8773	8460	88.02	5.21	5.67	1.10	5290	35.3	0.3	53.6	3.17
4	5	3.06	40.68	32.88	0.80	8467	8190	85.04	5.30	8.69	0.98	4410	38.6	0.76	47.3	2.94
5	6	3.01	42.73	34.59	1.07	8521	8220	84.34	5.10	9.60	0.96	4184	40.2	1.00	44.7	2.7
6	3.5	0.96	20.28	25.29	0.50	8785	8470	88.81	5.11	4.52	1.56	6900	19.5	0.48	67.8	3.9
7	3.5	0.77	12.91	20.15	0.42	8867	8520	89.25	4.68	4.60	1.47	7200	12.45	0.4	74.6	3.9
8	3.86	0.84	35.10	24.59	0.48	8733	8470	89.28	4.97	4.19	1.56	5350	33.70	0.46	55.3	3.08
9	3.41	0.89	26.19	25.65	0.39	8721	8460	88.84	5.04	4.61	1.51	6020	25.30	0.38	63	3.58
10	3.5	1.65	23.31	12.53	0.40	8712	8500	90.52	4.11	3.14	2.23	6250	22.5	0.385	66.6	3.02
11	4.0	1.55	28.60	16.39	0.40	8365	8120	89.30	4.38	4.39	1.93	5500	27.4	0.383	61.0	2.99
12	3.5	2.08	24.44	8.95	0.45	8371	8160	91.82	3.75	2.24	2.18	5820	23.6	0.43	66.6	2.72
13	4	2.62	32.53	7.96	0.45	8371	8160	90.0	3.63	4.24	2.13	5280	31.2	0.43	58	2.34
14	4	1.94	28.15	12.26	0.42	8483	8250	89.94	4.04	3.92	2.10	5600	27.0	0.4	61.6	2.77
15	3	1.07	21.78	10.76	0.26	8446	8260	91.76	3.75	3.15	1.24	6250	22.1	0.25	68.4	2.8
16	3	1.22	30.49	11.99	0.25	8535	8280	92.06	4.15	2.46	1.33	5600	29.5	0.24	62.0	2.8
17	13.33	11.19	19.74	40.36	1.35	7588	7259	76.19	5.63	16.74	1.44	4900	17.1	1.18	52.1	3.85
18	5.67	4.32	8.35	45.6	1.22	8109	7770	80.61	6.48	10.1	1.55	6700	7.86	1.06	68.8	5.54
19	6.80	1.35	14.27	31.36	0.22	8810	8460	87.58	6.11	5.06	1.25	6740	13.3	0.2	63.75	4.86
20	2.93	1.55	24.68	33.03	0.33	8612	8350	85.93	5.01	7.92	1.14	6070	2.4	0.32	62.3	3.52
21	36	35.16	5.17	57.57	0.32	7159	6880	72.88	4.66	21.06	1.40	4900	3.31	0.2	44.1	2.82
22	40	38.42	4.99	60.23	0.36	6990	6760	73.82	4.26	20.72	1.34	3700	3.00	0.21	42.0	2.42
23	2.7	1.89	27.43	38.50	0.15	8587	8230	84.81	5.82	8.39	0.98	5810	36.7	0.15	59.7	4.1
24	4.24	2.56	20.96	37.47	0.4	8471	8200	83.56	5.25	9.17	2.00	6200	20.07	0.4	63.2</	

素分析(东北区)

O^p	N^p	V_o^{min}	V_{ct}^{min}	v_i^{min}	M_g	β	RO_i^{min}	結焦性系数 $\frac{H^2}{O^2} \%$	$\frac{O^2+N^2}{H^2}$	$\beta' = 2.35 \times \frac{H^2 - O^2}{8} \times \frac{1}{O^2}$	$\frac{8}{3}C^2 + 8H^2 - O^2$	Q_g^2	$M_g^2 - Q_g^2$
2.63	0.85	6.829	6.69	7.17	8505	0.091	19.25	1.13	1.17	0.090	271.5	8936	-431
3.45	0.79	5.90	5.74	6.23	8612	0.115	18.85	0.936	1.31	0.1135	270.2	8694	-72
3.56	0.67	5.594	5.49	5.98	8644	0.120	18.75	0.92	1.20	0.1205	270.5	8753	-109
4.82	0.54	4.849	4.72	5.19	8285	0.116	18.85	0.61	1.82	0.1165	260.25	8436	-151
5.08	0.51	4.566	4.41	4.86	8140	0.112	18.85	0.60	2.02	0.1086	256.2	8484	-344
3.46	1.2	6.955	6.77	7.36	8626	0.121	18.75	1.13	1.19	0.1206	273.4	8760	-134
3.84	1.2	7.552	7.35	7.95	8535	0.109	18.95	1.02	1.30	0.1080	270.8	8844	-309
2.6	0.97	5.66	5.50	5.98	8634	0.117	18.8	1.025	1.16	0.117	273.5	8709	-75
3.26	1.07	6.46	6.28	6.80	8604	0.119	18.75	1.098	1.22	0.118	272.2	8699	-95
2.3	1.64	6.65	6.50	6.99	8464	0.0985	19.1	1.31	1.31	0.097	271.25	8690	-226
2.99	1.32	6.12	5.97	6.45	8440	0.102	19.05	1.298	1.44	0.102	268.7	8343	97
1.62	1.58	6.6	6.46	6.91	8523	0.091	19.25	1.67	1.18	0.089	272.85	8348	175
2.73	1.34	5.7	5.58	5.98	8278	0.083	19.4	0.856	1.76	0.081	264.8	8348	-70
2.68	1.44	6.12	5.98	6.44	8400	0.095	19.2	1.03	1.49	0.093	267.9	8461	-60
2.35	0.92	6.74	6.60	7.06	8480	0.087	19.35	1.19	1.17	0.0858	271.3	8428	52
1.66	0.90	6.20	6.06	6.51	8638	0.099	19.10	1.69	0.91	0.098	276.2	8517	121
11.5	0.98	5.31	5.18	5.86	7450	0.109	18.95	0.837	3.22	0.109	231.3	8547	97
8.6	1.41	7.33	7.07	7.87	8243	0.119	18.75	0.642	1.8	0.15	256.75	8070	173
4.02	1.00	7.37	7.12	7.87	8810	0.148	18.3	1.21	1.03	0.147	277.3	8792	18
5.75	0.83	6.32	6.16	6.70	8264	0.111	18.9	0.633	1.81	0.11	261.2	8592	-328
12.75	0.85	4.25	4.18	5.01	6765	0.066	19.7	0.222	5.28	0.0656	210.75	7141	-376
11.80	0.76	3.98	3.924	4.75	6730	0.054	19.9	0.206	5.18	0.053	210.4	6971	-241
5.91	0.69	6.23	6.03	6.622	8402	0.133	18.5	0.698	1.61	0.1325	264.2	8571.0	-169
6.95	1.52	6.47	6.28	6.88	8120	0.118	18.8	0.573	2.13	0.115	255.8	8449.0	-329
3.42	0.77	5.99	5.82	6.33	8551	0.115	18.85	0.963	1.27	0.121	257.55	8775	-224
7.20	1.47	6.38	6.17	6.78	8266	0.151	18.25	0.658	1.81	0.15	258.0	8054	212
10.3	1.41	6.74	6.52	7.22	7960	0.146	18.35	0.507	2.24	0.146	247.2	7897	-63

表2. 中國煤元素分析

序 号	W^P	W^a	A^c	V^z	$S_{\%}$	$Q_{\%}$		C^z	H^z	O^z	N^z
1	11.23	10.24	11.12	40.04	0.52	7647	粉	78.32	5.22	15.03	1.43
2	10.74	9.5	12.87	40.74	0.74	7395	粉	78.09	5.65	14.8	1.46
3	10.87	9.37	19.94	40.54	0.68	7642	粉	75.53	5.53	17.63	1.26
4	13.12	11.93	15.77	38.18	0.55	7447	粉	76.93	5.28	16.66	1.13
5		16.24	22.29	43.95	0.80	7430	粉	75.89	5.4	17.29	1.42
6		13.82	30.38	43.06	1.09	7545		74.74	4.24	19.65	1.37
7		14.63	26.52	47.46	0.65	7495		76.86	3.84	19.84	1.46
8		13.23	12.56	48.30	0.49	7507		76.48	4.46	17.70	1.36
9		13.47	12.54	45.29	0.45	7525		76.30	5.29	17.15	1.26

表3. 中國煤元素

礦 區 序 号	W^P	W^a	A^c	V^z	$S_{\%}$	$Q_{\%}$	C^z	H^z	O^z	N^z	S_z	Q_H^z	Q_H^P	A^P	O^P
1	5	0.75	7.6	37.2	0.53	8252	84.19	4.51	9.24	1.49	0.57	8000	7000	7.2	7.4
2 选前		0.50	10.3	33.5	0.49	8146	84.4	4.95	8.29	1.81	0.55	7870	6650	9.8	71.8
3 选后		0.39	18.3	33.8	0.45										
4		0.27	12.3	30.6	2.71	8358	77.72	5.03	12.34	1.84	3.07	8030	6650	11.7	68.5
5 选前		0.35	25.7	33.4	2.42	8466	86.28	5.2	5.38	1.69	1.45	8100	7150	6.5	76.5
6 选后		0.14	6.9	29.2	1.35										
7 选前	5	0.46	21.2	35.7	1.76	8325	85.24	5.69	6.46	1.69	0.92	7950	5900	20.2	63.7
8 选后		0.75	7.5	34.3	0.85										
9 选前	5	0.47	31.0	38.0	0.43	7993	85.67	5.86	5.92	1.90	0.65	7700	5100	29.4	55.2
10 选后		0.10	9.8	32.3	0.58										
11	4.5	3.27	4.31	32.92	0.3024	7738	82.47	5.19	11.13	0.92	0.29	7450	6300	4.1	74.5
12		1.60	7.73	33.44	1.57	7814	81.02	5.39	11.0	0.94	1.65	7450	6520	7.3	71.5
13		3.10	7.39	33.20	1.436	7846	81.75	5.05	11.25	0.93	1.52	7500	6000	7.0	72.3
14 选前	4.2	0.38	23.82	32.4	0.587	8805	83.98	5.27	8.37	1.63	0.75	8420	6050	2	

(东北区)(补充数据)

$F \cdot C^w$	$\beta' = 2.35 \times \frac{(H^2 - O^2)}{C^2}$	$\frac{O^2 + N^2}{H^2}$		Q_g^2	M_g^2	$M_g^2 - Q_g^2$	Q_g^2 (Mott & Spooner) (計算)	$O_g^2 - Q_g^2$
53.8	0.10	3.15	褐煤	7624	7529.5	-94.5	7550	-74
52.4	0.114	2.88	褐煤	7367	7649.2	282.2	7687	+720
52.5	0.103	3.42	褐煤	7615	7338	-277	7355.3	-260
54.4	0.098	3.37	褐煤	7423	7396	-27	7415	-8
47	0.100	3.47	褐煤	7401	7341	-60	7356	-45
49.1	0.0562	5.00	褐煤	7509	6838	-671	6809.5	-700
44.8	0.0416	5.55	褐煤	7469	6873	-596	6827	-642
44.7	0.069	4.28	褐煤	7485	7076	-409	7062	-423
47.2	0.097	3.48	褐煤	7504	7328	-176	7353	-151

分析(華北區)

H^P	O^P	N^P	S^P	$V_{C_{min}}^P$	$V_{C_{2}^2}^{min}$	$V_{C_{2}^2}^{min}$	β	RO_{2max}^P	M_g	結焦性 系数 $\frac{H^2}{O^2}$	$\frac{O^2 + N^2}{H^2}$	$\beta' = 2.35 \times \frac{(H^2 - O^2)}{C^2}$	$\frac{8}{3} C^2 + 8H^2 - O^2$
3.95	8.1	1.31	0.5	7.436	7.35	7.97	0.095	19.2	7947	0.488	2.38	0.0923	251.35
4.21	7.05	1.54	0.47	7.26	7.07	7.72	0.114	18.8	8114	0.598	2.04	0.109	256.2
4.43	10.90	1.62	2.7	6.98	6.82	7.49	0.116	18.8	7754	0.407	2.81	0.106	235.4
4.6	4.76	1.5	1.23	7.90	7.67	8.37	0.124	18.7	8438	0.968	1.86	0.123	266.2
4.27	4.85	1.27	0.69	6.65	6.3	6.95	0.136	18.5	8464	0.882	1.43	0.1345	266.5
3.84	3.88	1.25	0.43	5.63	5.34	5.92	0.144	18.3	8553	0.992	1.34	0.1405	269.5
4.68	10.1	0.83	0.26	7.54	7.34	8.04	0.108	18.3	7948	0.466	2.32	0.103	250.4
4.75	9.7	0.83	1.5	7.34	7.14	7.84	0.119	18.8	7935	0.490	2.22	0.117	248.2
4.46	10	0.82	1.35	7.32	7.14	7.81	0.104	19.0	7882	0.450	2.41	0.1046	247.1
3.75	6.12	1.2	0.55	6.2	6.10	6.67	0.116	18.8	8182	0.63	1.90	0.1185	257.75
3.22	4.3	1.4	0.4	7.39	7.30	7.82	0.086	19.35	8170	0.75	1.77	0.0842	264.1
3.39	2.66	1.15	0.35	8.02	7.84	8.38	0.090	19.26	8480	1.28	1.12	0.0836	271.6
3.66	2.88	0.91	0.50	8.09	7.89	8.46	0.097	19.15	8514	1.07	1.18	0.0936	271.5
0.86	1.86	0.33	0.18	7.07	7.03	7.27	0.0193	20.6	8070	0.432	2.65	0.0235	262.85
1.02	5.15	0.43	0.17	6.34	6.42	6.67	0.012	20.7	7650	0.198	5.46	0.0113	248.6
1.14	6.7	0.18	0.34	6.64	6.61	6.87	0.013	20.7	7470	0.1695	6.06	0.0964	242.38

表 4. 我國各省煤礦

序 号	W ^a 水 份	V ^a 揮 發 物	F. C ^a 固 定 炭	A ^a 灰 分	S ^a 硫	Q _d ^p 發 熱 量	焦 性	V ^z	F. C ^z	F. C ^{co}
1	4.38	41.40	48.74	5.48	0.59	7480 卡	粘 結	46	54	51.5
2	4.34	39.88	47.84	7.91	0.47	7040		45.5	54.5	52
3	0.41	17.82	70.42	11.30	1.50	7256	強	20.1	79.6	79.2
4	0.50	15.00	75.00	9.50		7500	不 粘	16.7	83.3	82.8
5	6.83	36.28	45.85	11.04		6480	粘 結	44.2	55.8	52
6	5.11	34.88	48.56	11.45	1.33	6517	不 粘	41.8	58.2	55.2
7	1.6	36.00	52.00	10.40	0.30	7200	強	40.8	59.2	58.2
8	1.2	34.2	58.00	7.80	0.53	(13470 英) 7500		37.6	62.4	61.6
9	2.3	31.00	46.00	22.90	0.41	(10850) 6030		41.4	58.6	57.2
10	2.5	28.00	46.00	23.50	0.90	6222 卡		37.8	62.2	60.6
11	3.5	26.00	44.00	26.50	0.90	5945		37.1	62.9	60.6
12	0.15	24.95	57.73	16.07	1.10	6811	強	29.8	70.2	70.0
13	0.14	24.91	63.49	10.66	0.80	7760	強	27.9	72.1	72.0
14	2.30	9.10	75.20	13.40	0.20	(13560 英) 7540		10.78	89.22	87.0
15	0.12	22.58	70.30	8.00		7897	粘 膨	24.5	75.5	75.3
16	0.64	22.45	63.66	13.87	1.87	7512	強粘結	26.2	73.8	73.3
17	3.60	3.7	72.82	19.88				4.83	95.17	91.7
18	1.88	32.64	57.32	8.16	2.65	7646	粘	36.3	63.7	62.5
19	0.66	8.08	66.50	24.76	0.68	(11590 英) 6440		10.85	89.15	88.5
20	1.11	22.95	62.16	12.78	3.76	7386	強粘結	30.2	69.8	69.0
21	0.81	22.71	68.23	8.24	1.14	7679	稍粘結	25.0	75	74.3
22	0.42	21.20	72.10	6.46	0.65	8153		22.7	77.3	77.0
23	0.44	17.94	72.06	9.56	0.68	7689	粘 結	19.9	80.1	79.6
24	1.16	8.28	65.12	25.44	0.27	6389	不 粘	11.25	88.75	87.7
25	1.80	8.08	77.70	12.40	0.22	(13900) 7730		9.4	90.6	89.0
26	0.76	17.72	75.02	6.5		8110	不 粘	19.1	80.9	80.2
27	1.00	27.20	59.20	12.60	0.53	7556		31.5	68.5	67.7
28	0.80	28.20	61.30	9.70	0.37	7833		31.5	68.5	67.8
29	2.90	35.14	55.77	6.19	1.90	7640	粘 結	38.6	61.4	59.5
30	2.33	38.38	52.94	6.35	0.81	7520	粘 結	42	58	56.6
31	0.95	14.34	74.33	10.38	0.35	7600		16 N	83.8	83.0
32	0.38	10.80	73.83	15.09	1.05	7390	微粘結	12.8	87.2	86.8
33	0.82	12.72	80.99	5.47	0.59	8153	粘 結	13.6	86.4	85.6
34	2.26	16.63	75.14	5.98	0.46	7600	粘 結	18.1	81.9	80.0
35	0.74	15.95	74.76	8.55	0.46	8131		17.2	82.8	82.2
36	0.78	22.82	28.07	18.34	1.77	7930	強粘結	28.2	71.8	71.2
37	0.96	18.59	18.80	11.69	3.02	7570	強粘結	21.3	78.7	78.0
38</										

所產烟煤实用分析

符 号	类 别	$W^a + A^a$	$100 - W^a - A^a$	Q_H^*	$Q_H^* = 82C^* + aV^*$ (古戴耳公式)			
					a	aV^*	$82C^*$	Q_H^*
Д	長 火 焰	9.86	90.14	8300	65	2990	4420	7410
Д	長 火 焰	12.28	87.72	8030	66	3000	4460	7460
К	煉 焦 煤	11.71	88.29	8230	108.5	2180	6520	8700
Т	瘠 煤	10.00	90.00	8340	114	1905	6825	8730
Д	長 火 焰	17.87	82.13	7900	68.5	3020	4575	7595
Д	長 火 焰	16.56	83.44	7825	75.0	3140	4770	7910
Г	瓦斯烟煤	12.00	88.00	8180	77.5	3160	4850	8010
ПЖ	蒸汽肥煤	9.00	91.00	8250	86.5	3250	5115	8365
Г	瓦斯烟煤	25.20	74.80	8060	76	3150	4800	7950
ПЖ	蒸汽肥煤	26.00	74.00	8420	86	3250	5100	8350
ПЖ	蒸汽肥煤	30.00	70.00	8500	88	3260	5150	8410
ПЖ	蒸汽肥煤	16.22	83.78	8130	98	2920	5760	8680
ПЖ	蒸汽肥煤	10.80	89.20	8710	100	2790	5900	8690
А	無 烟 煤	15.70	84.30	8950	100	1078	7320	8398
ПС-К	煉 焦 煤	8.12	81.88	9660	103	2525	6180	8705
ПС-К	煉 焦 煤	14.51	85.49	8800	102.5	2685	6050	8735
А	無 烟 煤	—	—	—	100	483	7520	8003
ПЖ	蒸汽肥煤	10.04	89.96	8500	90.5	3230	5225	8505
Т	瘠 煤	25.42	74.58	8550	127.3	1380	7315	8695
ПЖ	蒸汽肥煤	13.89	86.11	8585	98	2960	5725	8685
К	煉 焦 煤	9.05	90.95	8460	103	2575	6140	8715
К	煉 焦 煤	6.88	93.12	8760	105.5	2400	6350	8730
ПС	蒸汽結焦	10.00	90.00	8550	109	2170	6560	8730
Т	瘠 煤	26.60	73.40	8715	126.2	1420	7280	8700
А	無 烟 煤	14.20	85.80	9000	110	940	7420	8360
СС-Т	蒸汽弱結焦	7.26	92.74	8750	110	2100	6640	8740
ПЖ-К	蒸汽肥煤	13.60	86.40	8755	97	3055	5620	8675
ПЖ-К	蒸汽肥煤	10.50	89.50	8750	97	3055	5620	8675
Г	瓦斯烟煤	9.09	90.91	8410	83.4	3220	5030	8250
Г	瓦斯烟煤	8.68	91.32	8250	75	3150	4750	7900
ПС(СС)	蒸汽結焦	11.33	88.67	—	—	—	—	—
Т	瘠 煤	15.47	84.53	8750	122.5	1570	7150	8720
ПС	蒸汽結焦	6.29	93.71	8720	120	1538	7080	8598
ПС	蒸汽結焦	8.24	91.76	8290	111.5	2020	6715	8735
ПС	蒸汽結焦	9.29	90.71	8970	113	1948	6780	8728
ПЖ-К	蒸汽肥煤煉焦	19.12	80.88	9830	99.5	2805	5880	8685
ПС-К	煉 焦 煤	12.65	87.35	8680	107.0	2280	6450	8730
ПС	蒸汽結焦	21.61	78.39	8795	114	1892	6840	8732
ПС	蒸汽結焦	16.40	83.60	9025	118	1723	7000	8723
ПС-К	蒸汽結焦	16.93	83.07	9130	110.7	2080	6650	8730

表4. 我國各省煤礦所產烟煤实用分析

(續)

序号	W ^a 水份	V ^a 揮發物	F.C ^a 固定炭	A ^a 灰分	S ^a 硫	Q _h ^p 發熱量	焦性	V ²	F.C ²	F.C ^{2w}	Q _h ²	符 号	类 别
41	0.55	20.50	65.67	13.27	0.83	7760	粘 結	23.8	76.2	75.6	9000	ΠC-K	蒸汽結焦-煉焦
42	1.16	14.8	69.69	14.35	2.69	7320	不 結	17.5	82.5	81.5	8600	T	瘠 煤
43	0.70	19.6	63.18	16.52	3.40	7100	粘膨脹	23.7	76.3	75.7	8580	ΠC-K	煉 焦 煤
44	0.35	17.38	72.78	9.40	2.00	7890	粘 結	19.3	80.7	80.3	8740	ΠC-K	煉 焦 煤
45	0.92	15.20	71.48	12.40	1.72	7400	不結焦	17.5	82.5	81.7	8550	T(CC)	瘠 煤
46	1.62	13.89	64.73	19.76	1.65	6690	不結焦	17.7	82.3	81.0	8520	T	瘠 煤
47	1.26	15.45	61.78	21.42	1.34	6650	不結焦	20.0	80.0	79.0	8610	ΠC	蒸汽結焦
48	0.83	12.72	80.99	5.47	0.59	8153	粘	13.6	86.4	85.5	8700	ΠC	蒸汽結焦
49	0.88	13.47	68.18	17.47	0.89	7471		16.5	83.5	82.6	9150	ΠC	蒸汽結焦
50	0.68	15.82	68.28	15.25	3.70	(13330) 7420		18.8	81.2	80.5	8830	K-ΠC	蒸汽結焦
51	1.39	35.06	50.25	12.30	2.29	6260	粘 強	40.6	59.4	58.5	7260	Γ	瓦斯烟煤
52	0.76	28.89	63.90	6.45	0.49	8050	粘 強	31.1	68.9	68.3	8660	ΠЖ	蒸汽肥煤
53	2.33	37.38	52.94	6.35	0.81	7520	粘 強	40.8	59.2	57.8	8240	Γ	瓦斯烟煤
54	2.06	32.09	40.16	25.69		6275		44.4	55.6	54.4	8700	Γ	瓦斯烟煤
55	2.92	29.04	49.13	18.91		6770	粘 結	37.1	62.9	61.0	8650	ΠЖ	蒸汽肥煤
56	2.30	6.78	80.63	10.29		7407	不 粘	7.75	92.25	90.0	8480	A	無 烟 煤
57	1.00	17.00	57.00	24.00			粘 結	22.7	77.3	76.5		K	煉 焦 煤
58	3.33	36.64	51.16	8.87	0.85	7131		41.7	58.3	56.3	8130	Γ	瓦斯烟煤
59	0.75	24.47	49.77	25.01	2.32	(12000) 6670		33	67	66.4	8980	ΠЖ	蒸汽肥煤
60	1.95	13.57	60.51	23.97	2.30	(11920) 6630		18.3	81.7	80.0	8950	ΠC	蒸汽結焦
61	0.54	24.09	51.45	23.92				31.9	68.1	67.7		ΠЖ	蒸汽肥煤
62	3.40	24.93	46.78	24.89		6205		34.7	65.3	63.0	8650	Γ	瓦斯烟煤
63	2.10	30.60	52.22	15.08	0.91	7342		36.9	63.1	61.7	8860	ΠЖ	蒸汽肥煤
64	3.00	32.00	44.00	21.00	0.7	6111		42.1	57.9	56.0	8030	Γ	瓦斯烟煤
65	2.00	22.02	60.42	16.17		(12923) 7180		27	73.0	71.5	8780	ΠЖ	蒸汽肥煤
66	2.23	26.25	39.47	32.05	3.21	(10850) 6030		40.0	60	58.6	9170	Γ	瓦斯烟煤
67	2.13	29.74	58.07	11.06	0.52	7258	強	34.3	65.7	64.2	8360	ΠЖ	蒸汽肥煤
68	1.60	48.76	41.64	8.00	1.46	7367		54	46	45.2	8150	Б	褐 煤
69	0.77	47.86	44.32	7.05		7764	微粘膨	52	48	47.6	8300	Б	褐 煤
70													

表4. 我國各省煤礦所產烟煤实用分析

(續)

序号	W ^a 水份	V ^a 揮發物	F. C ^a 固定炭	A ^a 灰分	S ^a 硫	Q _N ^a 發熱量	焦 性	V ²	F. C ²	F. C ²⁰	Q _N ²	符 号	类 别
76	1.65	6.40	76.05	16.04	0.90	6762		7.8	92.2	90.6	8210	A	無 烟 煤
77	1.37	27.09	62.89	8.65	1.02			30.2	69.8	68.8		IIK	蒸 汽 肥 煤
78	0.30	24.80	62.40	12.50	1.00	7890		28.5	71.5	71.2	9030	IIK	蒸 汽 肥 煤
79	4.00	21.50	61.60	12.90		7224		25.9	74.1	71	8700	K	煉 焦 煤
80	2.68	29.78	51.91	15.62		6975		36.5	63.5	61.7	8540	IIK	蒸 汽 肥 煤
81		22.7	58.70	18.6	0.90								
82		20.0	63.5	16.5	1.10								
83	1.43	7.34	73.02	15.76	2.45			8.87	91.13	89.8		A	無 烟 煤
84	0.80	11.10	72.20	14.30	1.60	(12474) 6930		13.10	86.90	86.2	8160	T	瘠 煤
85	6.35	7.84	74.11	11.70	1.94	(14950) 8320		9.57	90.43	84.5	10160	T	瘠 煤
86	1.80	11.90	72.0	14.30	1.60	6930		14.2	85.8	84.2	8250	IIK	蒸 汽 結 焦
87	1.82	24.41	50.40	23.37	4.83		粘不膨	32.6	67.4	66.0	—	IIK	蒸 汽 肥 煤
88	2.97	6.93	77.18	12.92	0.85	7028		8.23	91.77	89.0	8350	A	無 烟 煤
89	0.65	6.70	84.50	8.15	0.35	7867		7.35	92.65	92.0	8600	A	無 烟 煤
90		24.18	63.06	12.76	0.54	7589	強粘結	27.7	72.3	72.3	8600	IIK	蒸 汽 肥 煤
91		27.30	61.45	11.25	0.41	7714		30.8	69.2	69.2	8700	IIK	蒸 汽 肥 煤
92	1.49	18.7	63.95	15.86	2.93	7400 (14341)		22.6	77.4	76.2	8960	IIK-K	煉 焦 煤
93	0.02	14.9	76.45	8.45	1.43	7930 (12503)		16.3	83.7	83.5	8740	IIK	蒸 汽 結 焦
94	0.92	7.06	83.32	8.70	1.22	6950 (11768)		7.8	92.2	91.3	7680	A	無 烟 煤
95	0.80	10.34	76.70	12.16	2.98	6530		11.9	88.1	87.2	7510	T	瘠 煤
96	0.63	28.06	51.56	19.73	2.09	7199		35.4	64.6	64.2	9030	IIK	蒸 汽 肥 煤
97	0.88	14.22	77.62	7.28	3.85			15.5	84.5	83.7	—	IIK	蒸 汽 結 焦
98	0.66	16.82	68.56	13.96	8.06			19.6	80.4	79.8	—	IIK	蒸 汽 結 焦
99	14.30	19.88	52.67	13.04		6317		27.3	72.7	62.2	8700	IIK	蒸 汽 肥 煤
100	5.84	27.77	43.27	9.67		5829		32.8	67.2	63.2	6900	IIK	蒸 汽 肥 煤
101	6.36	12.35	45.08	36.20		5057		21.5	78.5	73.5	8810	IIK	蒸 汽 結 焦
102	1.25	10.81	78.02	9.92		7860		12.2	87.8	86.6	8850	T	瘠 煤
103	2.22	11.51	72.23	14.04		7309		13.75	86.25	84.25	8730	T	瘠 煤
104	1.10	11.78	72.63	14.59		7356		14.00	86.00	85.00	8730	T	瘠 煤
105	2.19	13.24	63.53	20.63		6649		17.2	82.8	81.0			

表4. 我國各省煤礦所產烟煤实用分析

(續)

序号	W ^a 水份	V ^a 揮發物	F. Ca 固定炭	A ^a 灰分	S ^a 硫	Q _H ^a 發熱量	焦 性	V ²	F. C ²	F. C ³⁰	Q _H ²	符 号	类 别
111	3.74	28.58	59.45	8.86	1.99	6777		32.7	67.3	64.8	7750	ΠЖ	蒸汽肥煤
112	0.95	14.39	75.75	8.89	0.71	7180		15.95	84.05	83.2	7970	T	瘠 煤
113	1.44	15.39	73.55	9.55	1.27	6337		17.3	82.7	81.5	7120	ΠC	蒸汽結焦
114	3.96	26.31	64.45	5.28	0.20	8313		29.0	71.0	68.2	9170	ΠЖ	蒸汽肥煤
115	1.41	9.84	78.34	10.40	1.68	6513		11.3	88.7	87.3	7400	T	瘠 煤
116	0.78	18.12	62.40	20.70	2.10	6781	不 粘	23.1	76.9	76.2	8640	CC	蒸汽弱結焦
117	1.19	15.22	66.74	16.85	3.10	—	微 粘	18.6	81.4	80.5	—	ΠC	蒸汽結焦
118	0.66	30.66	56.95	11.73		7551	不 粘	35	65.0	64.5	8630	Γ	瓦斯烟煤
119	1.47	30.75	55.67	12.11	1.39	7544	粘	35.5	64.5	63.5	8730	ΠЖ	蒸汽肥煤
120	4.11	26.70	60.4	8.97		7556	粘	30.7	69.3	66.4	8700	ΠЖ	蒸汽肥煤
121	1.10	28.10	42.14	28.66	3.79	6411	粘微膨	40.0	60.0	59.3	9110	Γ	瓦斯烟煤
122	0.3	24.86	59.24	15.56	2.05	7306	粘 結	29.5	70.5	70.2	8680	ΠЖ	蒸汽肥煤
123	1.21	18.42	67.19	12.18	0.99	7489	粘 結	21.3	78.7	77.7	8640	ΠC-K	煉 焦 煤
124	0.29	18.33	69.07	12.31	1.95	7656		20.8	79.2	79.0	8750	ΠC-K	煉 焦 煤
125	2.09	30.75	57.97	9.16		7644	粘 結	34.6	65.4	64.0	8620	ΠЖ	蒸汽肥煤
126	1.11	22.47	52.64	23.51	0.74			29.8	70.2	69.4	—	ΠЖ	蒸汽肥煤
127	0.70	32.14	53.05	12.21	0.84	6977		36.8	63.2	62.7	8010	ΠЖ	蒸汽肥煤
128	4.11	26.70	60.04	8.97		7556	粘不膨	30.7	69.3	66.5	8600	ΠЖ	蒸汽肥煤
129	0.83	25.35	60.53	13.29		7448	粘微膨	29.5	70.5	69.8	8680	ΠЖ	蒸汽肥煤
130	0.61	22.77	64.71	12.31	0.56	7610	甚 粘	26.2	73.8	73.3	8740	K	煉 焦 煤
131	0.55	16.70	60.64	22.21	0.45	6759	粘	21.6	78.4	78.0	8750	K	煉 焦 煤
132	0.63	25.79	62.33	11.25	0.57	7063	粘 膨	13.2	86.8	86.3	8020	ΠC	蒸汽結焦
133	1.69	8.84	76.51	12.96	0.40	7058	不 粘	10.37	89.63	88.0	8230	T	瘠 煤
134	1.52	15.02	60.08	23.38	4.00	6559	不 粘	20.0	80.0	78.0	8750	ΠC	蒸汽結焦
135	2.49	9.14	70.6	17.77	0.16	6923		11.5	88.5	87.2	8680	T	瘠 煤
136	1.50	10.59	69.48	18.43	1.92	6756		13.2	86.8	85.5	8450	T	瘠 煤
137	0.67	23.6	53.33	22.4		6647	粘微膨	30.6	69.4	68.8	8640	ΠЖ	蒸汽肥煤
138	0.77	20.14	66.20	12.89		7843	粘 結	23.3	76.7	76.0	9080	K	煉 焦 煤
139	0.25	18.75	69.78	15.00	4.22	6945	粘 結	22.2	77.8	77.5	8200	K-ΠC	煉 焦 煤
140	1.30	13.9	78.3	6.5	4.8	78							

中國煤元素分析圖解分類法

在進行“煤的新分類法及成分與特性圖解研究”時，發現一般煤中燃質氮素 N^* 含量甚微而平均數僅在 1.5% 左右，故煤的特性系數的公式，可以寫成

$$\beta = 2.35 \frac{\left(H^p - \frac{O^p}{8} \right)}{C^p + 0.375 S_a^p} + 0.005^*$$

一般煤的特性系數 β 的變化範圍是在 0.09 到 0.15 之內（除去特殊的超級無煙煤及低級褐煤 β 在 0.04 以下），則由於氮素而增加的 0.005，數值佔特性系數的誤差百分數，將不到百分之五。

同時，由於中國煤中的含硫量 S_a ，一般是在 0.4% 而僅在蒸汽肥煤區亦很少超過 3%。而碳素 C^p 的變化範圍則在 60~86% 左右，故 $0.375 S_a^p$ 數值佔 $(C^p + 0.375 S_a^p)$ 的誤差百分數，將不到百分之一。

根據上面兩個理由，煤的特性系數 β 若忽略了氮素及硫的影響，則可簡化成下列公式：

$$\beta' = 2.35 \frac{\left(H^p - \frac{O^p}{8} \right)}{C^p}$$

這公式的物理意義，系表示：——煤的特性系數是工質自由氫與碳素比率的函數，亦即燃質自由氫與碳素比率的函數，即

$$\beta' = 2.35 \frac{\left(H^* - \frac{O^*}{8} \right)}{C^*}$$

此公式稱之為簡化特性系數，亦見之於俄文“爐內過程”一書內（“Топочные процессы” 46 頁）。

若用此簡化特性系數 β' 的數值作為新分類法的縱坐標，而仍以燃質揮發物百分數作為橫坐標，則得元素分析新圖解分類法（圖解圖-1）。此法的優點：1) 從元素分析的數據 C^* 、 H^* 及 O^* ，可直接進行分類；2) 計算簡單而並不需要很多時間；3) 若用圖解法來求簡化特性系數，則更為簡便。

利用原有資料中國煤元素分析數據（東北區及華北區與補充數據）（表-1，表-2 及表-3）進行簡化特性系數 β' 的計算如列在原表上。計算所得的 β' 數值與 β 比較相差甚微而誤差百分數則大部分在百分之五以下。這就充分證明這個簡化特性系數 β' 的數據可以用來代替 β 作為分類坐標之一。

將三表上燃質揮發物百分數 V^* 及簡化特性系數 β' 繪製成圖解圖，則得圖-1。中國煤新圖解分類法（一）與前文“煤的新分類法及成分與特性圖解研究”內的建議，新分類法圖解圖-5 及圖-6 完全類似，區域鮮明，類別顯著。中國煤的圖解圖與蘇聯煤的圖解圖除了無煙煤及褐煤區外其他瘠煤及各種煙煤區域幾乎完全相似而复合，這更充分證明：利用簡化特性系數 β' 作為一個坐標的新分類法，可以代替前文採用煤的特性系數 β 作為新分類法一個坐標的建議。若從此新分類

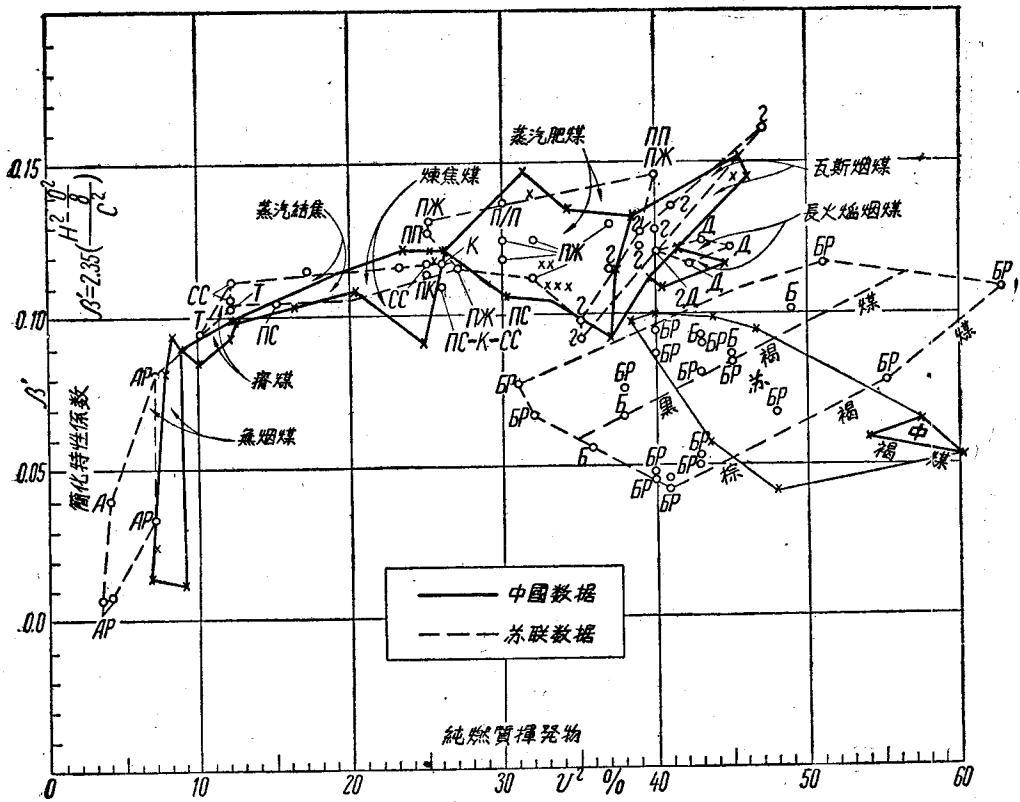


圖 1. 中國煤新圖解分类法(一)——元素分析

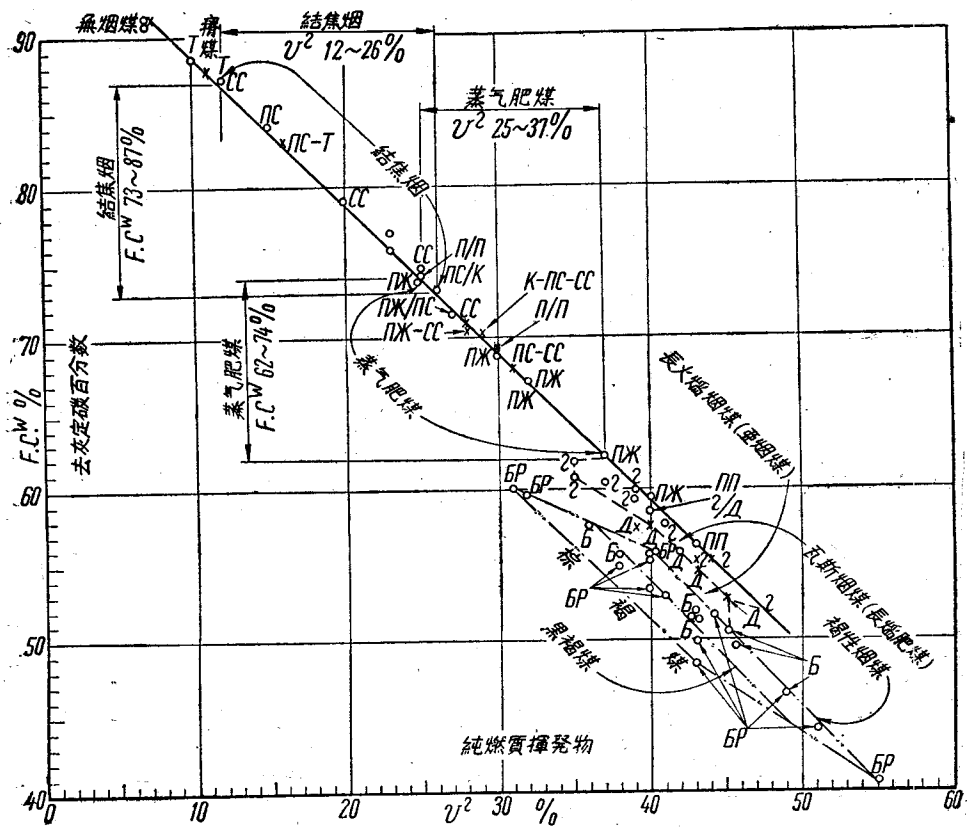


圖 2. 实用分析新圖解分类法——苏联数据