

利用低品位磷矿生产钙镁磷肥的实验研究

张宝林执笔*

(化工系磷肥研究组)

提 要

湖北荆襄磷矿是我国六大矿区之一,大峪磷矿为该矿之主要矿段。其三层矿为工业矿层,厚度大且稳定,但含 P_2O_5 品位低,在1979年5月已停止大规模机械化开采。

我们对该矿 Ph_3^{2-4} (矿样含 P_2O_5 :17.63%)及 Ph_3^{1-5} (矿样含 P_2O_5 :16.10%)进行配料实验。根据钙镁磷肥玻璃结构理论,利用解方程 T_3 —Ob/Yb配料图相结合的方法,分别利用白云石,白云石和蛇纹石作熔剂,制定了十九种配料方法。大量的实验数据说明:利用该矿山提供的低品位磷矿,可以生产稳定的等内品钙镁磷肥;我们认为:以玻璃结构因子配料法为指导进行配料,该矿是可以用于生产钙镁磷肥的。

一、前 言

在我国的磷矿资源中,就地质品位而言, $P_2O_5 > 25\%$ 的磷矿仅占16.5%,而 P_2O_5 含量为11~25%的中低品磷矿占50.8%。对于大量存在的中低品位磷矿的利用,由于选矿工作在短期内难于取得重大的进展,已成为矿山开采以及磷肥生产中的突出问题。

湖北荆襄矿务局所属大峪口矿段是一个大矿山,第一矿层平均含 P_2O_5 为25.15%,第三层平均 P_2O_5 含量为17.46%。近年来主要开采的一层矿,已近枯竭,从一九七九年五月已停止大规模机械化开采。而三层矿为工业矿层,矿层厚度大,且较稳定,总贮量约一亿吨^[1],但品位低, P_2O_5 含量波动大。如能利用第三矿层生产等内品的钙镁磷肥,无论从大峪口的发展前景,还是为生产厂提供充足的原料都将具有重要的现实意义。

受荆襄矿务局生产处的委托,我们利用该矿含 P_2O_5 :17.63%磷矿(称 D_4)和16.10%磷矿(简称 D_3)进行了实验室的配料研究。并进行了化学分析及物相测定,其结果如下:

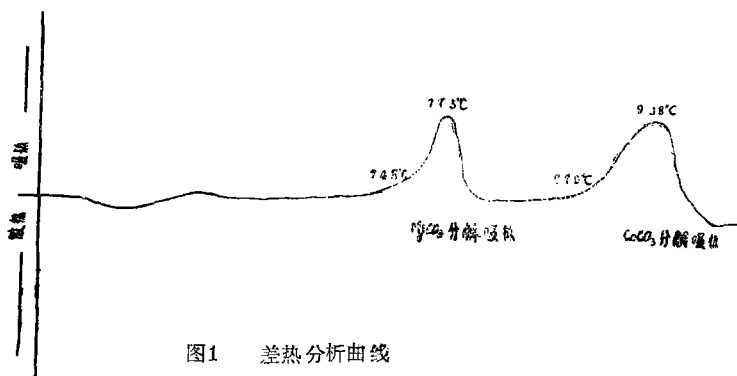


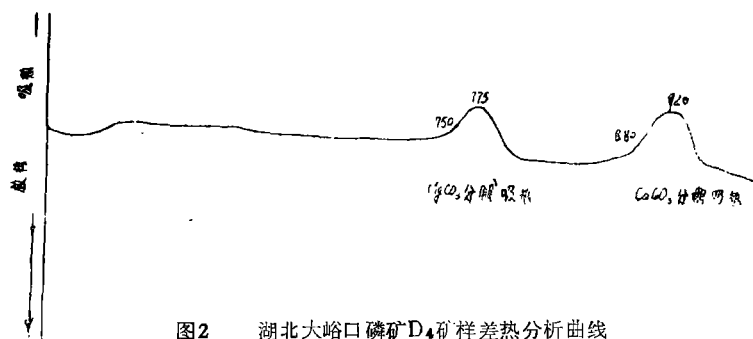
图1 差热分析曲线

*参加实验研究的有:宁延生、范国军、李景鸽、王红兵、贾大芝、魏琴音等同志

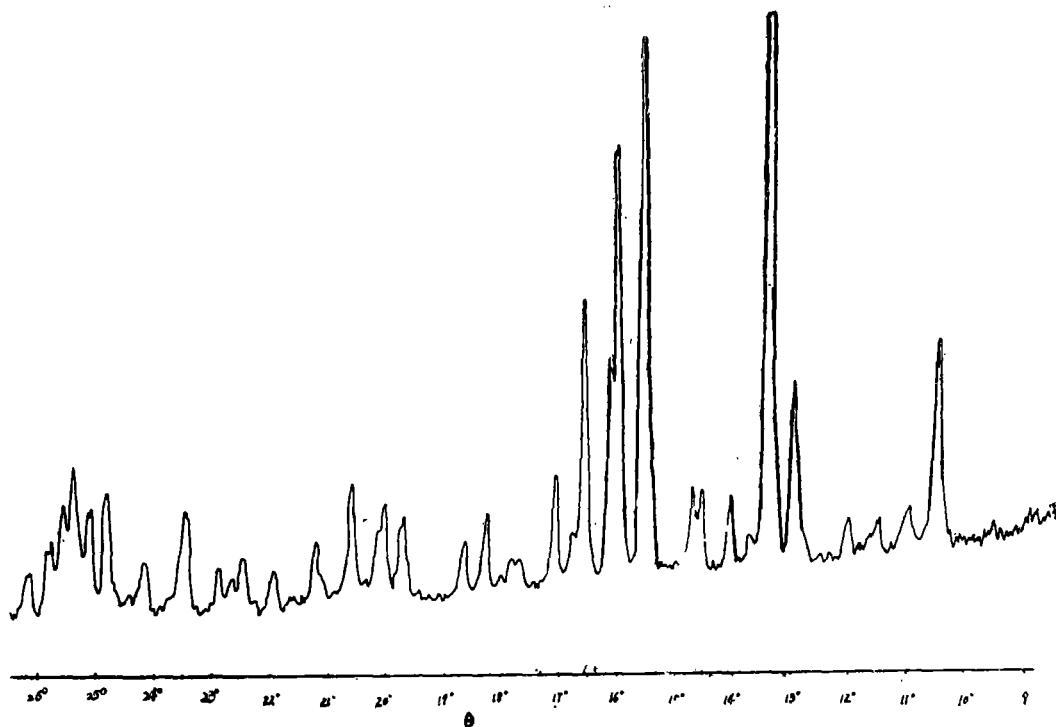
1. 化学分析

矿样	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	灼失量 %	K ₂ O %	Mo PPM	Ni PPM	CO PPM	Cu PPM	Pb PPM
D ₃	16.10	30.98	5.63	29.15	1.14	0.96	13.60	0.65	10	20	22	14	63
D ₄	17.63	32.16	4.74	29.30	1.23	0.89	11.96	0.60	40	20	14	14	80

2. 熔点测定

D₃: T₁ = 1263 °CT₂ = 1274 °CT₃ = 1037 °C图2 湖北大峪口磷矿D₄矿样差热分析曲线

化学组成	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	灼烧	其它
%	17.63	32.16	4.74	29.30	1.23	0.89	11.96	2.09

图3 湖北大峪口磷矿D₃ (Ph₃¹⁻⁵) 矿样X—射线衍射图

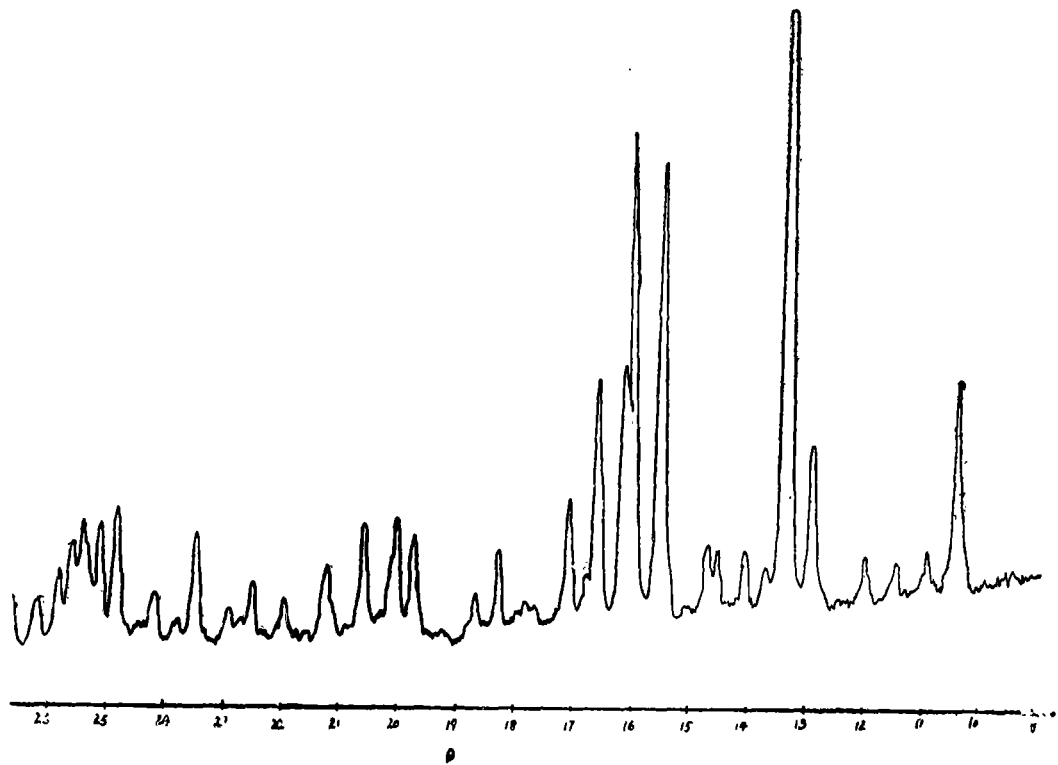


图4 湖北大峪口D₄ (ph²⁻⁴) 矿样X—射线衍射图

D₄: T₁ ≥ 1450℃ T₂、T₃无法测定

3.差热分析图谱如图1和图2:

4.x—射线衍射图谱如图3和图4:

二、配 料 计 算

1. 原燃料组成及其在T₃—Ob/Yb配料图中的位置:

配料实验所采用的原、燃料为: 湖北荆襄矿务局提供的大峪口矿段磷矿样D₃、D₄、白云石矿样D₅。河南信阳蛇纹石, 河南宝丰焦炭灰。其主要组分的组成见表1:

表1: 原燃料组成

组 分 名 称 组成%	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	灼失焦	其 他
D ₃	16.10	30.98	5.63	29.15	1.14	0.96	13.90	2.44
D ₄	17.63	32.16	4.74	29.30	1.23	0.89	11.96	2.09
D ₅	/	30.45	21.16	0.41	0.13	0.18	45.00	2.67
河南信阳蛇纹石	/	3.59	33.40	37.48	7.61	4.28	12.99	0.65
宝丰焦炭灰	/	3.03	4.07	46.58	3.24	37.73	/	5.35

原、燃料在 $T_3 - Ob/Yb$ 配料图中的位置点, 以 D_4 为例:

D_4 磷矿中四组分(P_2O_5 、 CaO 、 MgO 、 SiO_2 以下同)总量为:

$$17.63\% + 29.30\% + 32.16\% + 4.74\% = 83.83\%$$

四组分百分含量:

$$P_2O_5 = \frac{17.63}{83.83} \times 100\% = 21.03\%$$

$$CaO = \frac{32.16}{83.83} \times 100\% = 38.36\%$$

$$MgO = \frac{4.74}{83.83} \times 100\% = 5.65\%$$

$$SiO_2 = \frac{29.30}{83.83} \times 100\% = 34.95\%$$

$$CaO + P_2O_5 = 38.36\% + 21.03\% = 59.39\%$$

根据 $CaO + P_2O_5 = 59.39\%$ 、 $MgO = 5.65\%$ 、 $SiO_2 = 34.95\%$, 在 $T_3 - Ob/Yb$ 配料图上确定 D_4 的磷矿的位置为 P_1 点(见图5)。

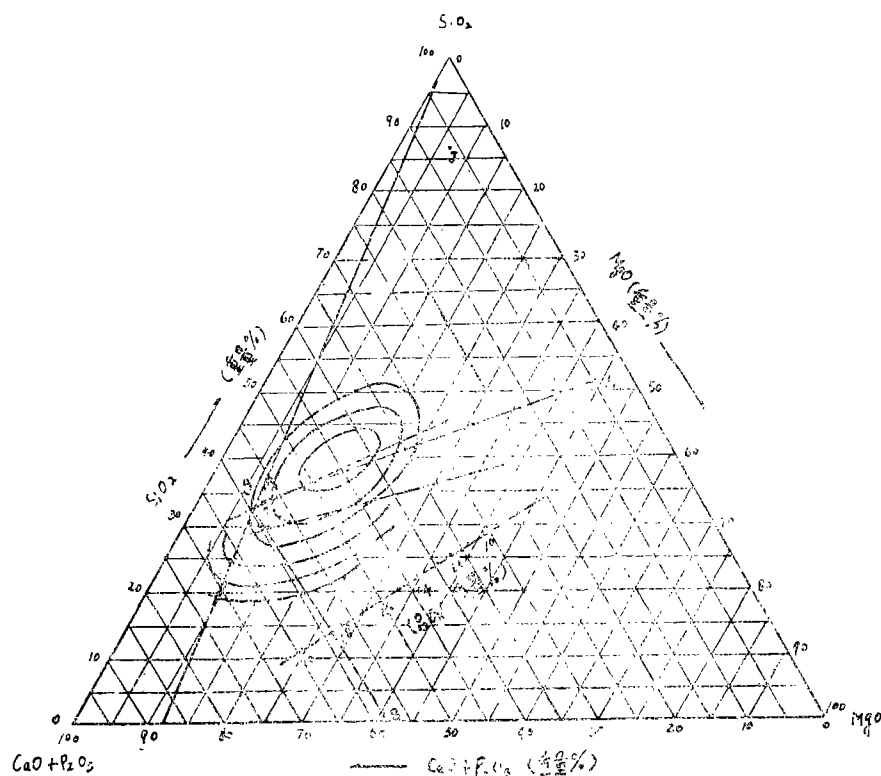


图 5

用同样的方法确定 D_3 、 D_4 、信阳蛇纹石, 河南宝丰焦炭灰在图5中的位置点为: P_2 、 B 、 S 、 J 。

2. 配料方案计算

由钙镁磷肥玻璃体结构理论的研究可知: 应该依据玻璃网络的大小来确定钙镁磷肥的配料范围。玻璃网络太大, 玻璃体结构强化, 妨碍植物营养元素的溶出; 同时, 由于炉料粘度大, 影响正常的生产操作。玻璃网络太小, 不足以阻止结晶的成长, 就不能获得完全的玻璃体^[2]。而玻璃网络的大小可用玻璃结构因子(简称 Ob/Yb)来表示。根据大量数据的统计^[3], Ob/Yb 的配料范围为2.87~3.07, 而最佳配料范围为2.92~3.02。

a. 熔剂的选择

根据 D_3 、 D_4 磷矿的组成, 由FX—502P程序计算器计算 D_3 、 D_4 磷矿各参数如下:

矿样	参数	Ob/Yb	R	M/S	M/P
D_3		2.73	0.73	0.29	1.24
D_4		2.67	0.66	0.24	0.95

从磷矿本身各配料参数看, D_3 、 D_4 磷矿 SiO_2 含量较高, 若单独熔融, 除熔点高外, 水淬后半成品 Ob/Yb 太小,

网络太大, 难于获得高枸溶率的产品, 必须加入割断网络的物质 CaO 和 MgO ; 同时由于 MgO 的加入, 也提高了半成品中的 M/S 、 M/P 。因此, 宜选用白云石为剂熔。

b. 最小的熔剂加入量确定(以 D_4 磷矿为例)

已知河南宝丰焦炭的灰分含量为:20.44%, 设燃料率为24%

①料批组成:

以100kg磷矿为基准, 设加入白云石的量为 x kg, 则引入焦炭的重量为:

$$(100 + x) \times 0.24 \times 0.2044 = 4.906 + 4.906 \times 10^{-2}x \text{ kg}$$

②半成品中各组分重量

5 设磷肥生产过程中, P_2O_5 挥发损失为2%, 炉料中的 Fe_2O_3 : 50%进入磷镍铁中除去, 0%被还原为 FeO 进入半成品中, 则半成品中各组分重量和公斤分子数为:

(1) 半成品中各组分重量[kg]

$$P_2O_5 = 0.1763 \times 100 \times (1 - 0.02) = 17.28 \quad (1)$$

$$CaO = 0.3216 \times 100 + 0.3045x + 0.303 \times (4.906 + 4.906 \times 10^{-2}x) \\ = 32.31 + 0.306x \quad (2)$$

$$MgO = 0.0474 \times 100 + 0.2116x + 0.0407(4.906 + 4.906 \times 10^{-2}x) \\ = 4.94 + 0.2136x \quad (3)$$

$$FeO = [0.0123 \times 100 + 0.0013x + 0.0324(4.906 + 4.906 \times 10^{-2}x)] \times 0.9 \times 0.5 \\ = 0.625 + 0.0013x \quad (4)$$

$$Al_2O_3 = 0.0089 \times 100 + 0.0018x + 0.3773(4.906 + 4.906 \times 10^{-2}x) \\ = 2.74 + 0.0203x \quad (5)$$

$$SiO_2 = 0.293 \times 100 + 0.0041x + 0.4658(4.906 + 4.906 + 4.906 \times 10^{-2}x) \\ = 31.59 + 0.027x \quad (6)$$

$$\text{其它} = 0.0209 \times 100 + 0.0267x + 0.0535(4.906 + 4.906 \times 10^{-2}x) \\ = 2.353 + 0.0293x \quad (7)$$

合计: $91.838 + 0.5975x$

(ii) 各组分公斤分子数

$$[P_2O_5] = \frac{17.28}{142} = 0.1217$$

$$[CaO] = (31.32 + 0.306x) \times \frac{1}{56} = 0.577 + 5.46 \times 10^{-3}x$$

$$[MgO] = (4.94 + 0.2136x) \times \frac{1}{40} = 0.1235 + 5.335 \times 10^{-3}x$$

$$[FeO] = (0.625 + 0.0013x) \times \frac{1}{72} = 0.0087 + 0.018 \times 10^{-3}x$$

$$[Al_2O_3] = (2.74 + 0.0203x) \times \frac{1}{102} = 0.0269 + 0.199 \times 10^{-3}x$$

$$[SiO_2] = (31.59 + 0.027x) \times \frac{1}{60} = 0.5265 + 0.45 \times 10^{-3}x$$

$$\text{余钙碱度 } R = \frac{[CaO] + [MgO] - 3[P_2O_5]}{[SiO_2]} = \frac{0.3354 + 1.08 \times 10^{-2}x}{0.5265 + 0.45 \times 10^{-3}x} \quad (8)$$

表观碱度

$$\begin{aligned} [ABN] &= CaO\% + MgO\% + 0.7FeO\% + 0.25Al_2O_3\% \\ &= \frac{38.3725 + 0.5262x}{91.838 + 0.5975x} \times 100\% \end{aligned} \quad (9)$$

③ 计算最小熔剂加入量, 即找出对应 $Ob/Yb = 2.87$ 时的 x 值

$$Ob/Yb = \frac{[CaO] + [MgO + 2[SiO_2] + 3[Al_2O_3] + [FeO] - 3[P_2O_5]]}{[SiO_2] + 2a[Al_2O_3] + b[MgO] + c[FeO]} \quad (10)$$

欲进行计算, 需首先确定 a 、 b 、 c 这三个分别表示 Al^{+++} 、 Mg^{++} 、 Fe^+ 进入玻璃网络分率的系数值, 通常必须进行试差求解。

为简化起见, 对于以白云石为熔剂的配料可参照余钙碱度进行试算。经试算, $R = 1.0 \sim 1.3$ 与 $Ob/Yb = 2.87 \sim 3.07$ 对应关系较好, 因此可先假定 $R = 1$, 据⑧式解出一个 x 值, 进而据⑨式算出 $[ABN]$, 从而确定 a 、 b 、 c 。

假定 $R = 1$ $x = 18.46$ 取 $x = 18\text{kg}$

将 $x = 18$ 代入⑨式求得:

$$[ABN] = 46.6$$

据 $a = 0.025[ABN] - 0.6$

$$b = 0.04[ABN] - 0.09$$

$$c = 0.00294[ABN] - 0.0818 \quad \text{求得:}$$

* 式中 0.9 为 Fe_2O_3 换算成 FeO 的系数, 既 $\frac{2 \times 72}{160} = 0.9$

$$a = 0.57 \quad b = 0.097 \quad c = 0.055$$

把各已知的数据代入公式(10), 且令其等于2.87, 整理后即得:

$$\text{Ob/Yb} = \frac{1.4778 + 0.0123x}{0.5696 + 1.19 \times 10^{-3}x} = 2.87$$

$$\therefore x = 17.70 \text{ kg}$$

将 $x = 17.7$ 代入⑨式:

$$[\text{ABN}] = 46.6 \text{ kg}$$

$$\therefore a = 0.57 \quad b = 0.097 \quad c = 0.055$$

与假设一致, 最小熔剂加入量为17.7kg, 取为18kg。

④配料参数的核算

据前计算, 料批配比为:

$$D_4 : D_5 : \text{焦炭} = 100 : 18 : 5.79$$

将 $x = 18 \text{ kg}$ 代入关系式①~⑦, 求出各组分重量及百分组成为:

组 分	P_2O_5	CaO	MgO	FeO	Al_2O_3	SiO_2	其 他	合计
重量(kg)	17.28	37.82	8.77	0.65	3.11	32.08	2.88	102.58
百分含量%	16.85	36.87	8.55	0.63	3.03	31.27		

从表中数据可以看出: 若转化率 $>95\%$, 即可获得有效 $\text{P}_2\text{O}_5 > 16\%$ 的二级品钙镁磷肥。

将以上各组分百分含量值输入 F_x-502P 程序计算器可立即求得各参数:

Ob/Yb	R	M/S	M/P	C/P
2.88	0.99	0.41	1.8	5.55

同样的方法可计算出Ob/Yb
=3.07时的 x 值, 即最大熔剂加

入量为 $x = 35 \text{ kg}$ 。

我们进行了十九种不同情况下的配料方案, 其中包括不同熔剂条件下的最大、最小、最适宜熔剂加入量以及适宜范围之外的配料方案, 并在 $T_3-\text{Ob/Yb}$ 配料图上利用杠杆规则确定了不同熔剂加入量时的配料点(如图5所示, 因示意图较小, 无全部标出。)。十九种方案的配料量及计算组成如表2。

三、实 验

1. 不同配料比的熔点测定

采用HR—I型灰熔点测定仪在弱还原性气氛中测定试样的变形温度(T_1)、软化温度(T_2)、熔融温度(T_3)。测定结果如表3所示。

从表中数据可以看出: D_3 、 D_4 用白云石或者添加一定量的蛇纹石一起作熔剂, 以不同的比例进行的各种配料, 其熔点都是比较低的, (T_3-T_1)的数值也是较小的, 这将有

表 2 不 同 配 料 的 计 算 及 实 验 结 果

编 号	原 号	配料(比重)				计算半成品参数						配 料 熔 点 ($^{\circ}\text{C}$)
		磷 矿	白 云 石	蛇 纹 石	焦 灰	Ob/Yb	R	M/S	M/P	C/P	P	
1	D ₃ -01	100	18	0	5.79	2.92	1.06	0.46	2.17	5.89	2.73	1261
2	D ₃ -02	100	35	0	6.3	3.11	1.39	0.61	2.18	6.72	11.61	1261
3	D ₃ -03	100	27	0	6	3.02	1.24	0.54	2.61	6.33	7.58	1274
4	D ₃ -11	100	14	0	5.4	2.87	1.0	0.43	2.02	5.74	0.9	1280
5	D ₃ -12	100	31	0	6.16	3.07	1.31	0.58	2.80	6.53	9.69	1276
6	D ₃ -21	100	16	8	6.08	2.91	1.05	0.51	2.68	5.84	7.83	1278
7	D ₃ -23	100	28	14	6.67	3.02	1.27	0.66	3.71	6.46	17.33	1265
8	D ₃ -31	100	16.5	5.5	5.95	2.91	1.05	0.49	2.52	5.85	6.65	1278
9	D ₃ -32	100	36.75	12.25	7.31	3.10	1.41	0.72	4.0	6.84	20.31	1263
10	D ₃ -33	100	26.63	8.88	6.64	3.01	1.24	0.61	3.26	6.37	14.04	1258
11	D ₄ -01	100	14	0	5.4	2.83	0.90	0.37	1.63	5.37	2.16	1283
12	D ₄ -02	100	31	0	6.16	3.03	1.24	0.54	2.38	6.13	11.17	1280
13	D ₄ -03	100	23	0	5.78	2.94	1.09	0.46	2.02	5.77	7.15	1283
14	D ₄ -11	100	18	0	5.79	2.87	0.99	0.41	1.8	5.55	4.42	1273
15	D ₄ -12	100	35	0	6.3	3.07	1.32	0.58	2.57	6.33	13.27	1268
16	D ₄ -21	100	16	8	6.08	2.87	0.99	0.47	2.26	5.5	9.36	1278
17	D ₄ -23	100	28	14	6.67	2.99	1.21	0.62	3.20	6.10	18.38	
18	D ₄ -31	100	16.5	5.5	5.95	2.87	0.99	0.45	2.12	5.5	8.0	1268
19	D ₄ -32	100	36.75	13.25	7.31	3.07	1.36	0.68	3.47	6.5	21.33	1253

*: 计算组成中 P_2O_5 含量考虑了工业生产条件下磷损为2%。

(前接表2)

编号	计算半成品组成%(重)%									相对磷损 %	磷 熔 比	备 试 样 数
	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	FP ₂ O ₅	C— P ₂ O ₅	C/T			
1	15.67	36.38	9.59	31.52	3.05	0.63	14.9	14.27	95.6	4.7	84.75/15.25	6
2	14.23	37.72	11.98	29.08	3.08	0.57	13.54	12.82	94.7	5.0	74.1/25.9	5
3	14.88	37.14	10.92	30.22	3.08	0.58	13.87	13.45	97.0	6.6	78.7/21.36	6
4	15.94	36.07	9.11	32.05	3.06	0.61	15.14	14.91	98.50	5.0	87.7/12.3	3
5	14.54	37.42	11.45	29.62	3.08	0.57	13.70	12.56	91.68	5.8	76.34/23.66	5
6	14.84	34.15	11.21	32.85	2.91	0.83	14.11	13.55	96.0	4.90	80.7/19.3	4
7	13.31	33.92	31.92	31.74	3.48	0.93	12.93	12.37	95.7	2.9	70.48/29.58	4
8	15.03	34.67	10.67	32.46	3.32	0.76	14.14	13.77	97.4	6.0	82/18	2
9	12.83	34.84	14.47	30.33	3.50	0.86	12.15	11.55	95.1	5.2	67.1/12.9	2
10	13.84	34.76	12.72	31.31	3.42	0.82	13.13	13.04	99.30	5.1	73.8/26.3	2
11	17.23	36.52	7.91	31.90	3.02	0.64	15.48	14.94	96.5	10.8	87.7/12.3	7
12	15.66	37.87	10.48	29.38	3.05	0.60	14.36	13.83	96.3	8.3	76.3/23.7	9
13	16.37	37.27	9.33	30.51	3.04	0.62	15.36	14.62	95.2	6.0	81.3/18.7	7
14	16.85	36.87	8.55	31.27	3.03	0.63	15.30	14.58	95.30	9.2	84.75/15.25	4
15	15.29	38.19	11.07	28.8	3.06	0.59	14.28	13.74	96.2	6.6	74.1/25.9	2
16	15.98	34.75	10.03	32.51	3.21	0.85	15.24	14.95	98.10	4.60	80.7/19.3	3
17	14.39	34.46	13.0	31.45	3.38	0.96	13.60	13.01	65.7	5.4	70.4/29.6	3
18	15.22	35.27	9.68	32.13	3.20	0.79	15.29	15.06	98.5	6.0	82/18	3
19	13.87	35.35	13.58	30.08	3.40	0.88	13.40	12.89	96.20	5.2	67.1/32.9	3

* *: 相对磷损指实验室条件下, 实际磷损又比工业生产条件下磷损增加的百分数(%).

表 3 原矿及不同配料比试样熔点测定值

熔 点	编 号	D ₃	D ₄	D ₃ -01	D ₃ -02	D ₃ -03	D ₄ -01	D ₄ -02	D ₄ -03
T ₁ /°C		1263	>1450	1252	1251	1255	1258	1258	1258
T ₂ /°C		1274	未测出	1259	1259	1261	1278	1268	1278
T ₃ /°C		1307	未测出	1261	1261	1274	1283	1278	1285
熔 点	编 号	D ₃ -11	D ₃ -12	D ₃ -13	D ₄ -11	D ₄ -12	D ₄ -13	D ₃ -21	D ₃ -22
T ₁ /°C		1265	1254	/	1260	1258	/	1253	1253
T ₂ /°C		1274	1268	/	1266	1262	/	1268	1258
T ₃ /°C		1230	1276	/	1268	1268	/	1278	1263
熔 点	编 号	D ₃ -23	D ₃ -31	D ₃ -32	D ₃ -33	D ₄ -21	D ₄ -23	D ₄ -31	D ₄ -32
T ₁ /°C		1248	1258	1248	1248	1258	/	1248	1233
T ₂ /°C		1254	1268	1258	1253	1268	/	1258	1248
T ₃ /°C		1265	1278	1263	1253	1278	/	1268	1253

钙镁磷肥的工业生产。

2. 配料实验

(1) 设备: 采用SX系列1600℃硅钼棒高温箱式电阻炉加热, 以石墨坩锅作为熔料容器。

(2) 工作方法:

取经过粉碎且全部通过80目分样筛的磷矿石、白云石、蛇纹石、焦炭灰, 按不同的配料比, 准确称取试样70克, 混匀后, 以20克为一个试样, 取作三分, 剩余的10克留作熔点及其他测定之用。将20克试样放入石墨坩锅中, 在炉口低温区予热一定时间后再送入炉中心高温区加热一定时间。取出, 迅速倒入预先盛有冷水且有水动态搅拌的搪瓷盒中进行水淬。

把水淬后的半成品进行烘干、研磨、全部通过100目分样筛后保存, 留待进行化学分析及物相测定。

(3) 实验条件的确定

为了在一定配料计算组成下, 获得相应等级的钙镁磷肥, 根据正交设计实验结果^[4], 需要高炉温、短停留时间。而高炉温以所测配料的熔融温度 $T_3 + (200 \sim 300)^\circ\text{C}$ 确定, 停留时间以既能满足炉料可以充分熔融, 又能避免在高温下造成较大的磷挥发损失为宜。因此, 增设较长的低温予热时间, 以缩短在炉中心高温区的停留时间。

(4) 实验结果

此次实验结果共作试样103个。由于实验第一阶段为摸索最佳熔融条件而使部分试样磷挥发损失大或枸溶率低, 将这些数据剔除后, 共获得77个试样的有效实验数据。

各种配料方案的平均实验结果如表2所示。

从表中数据可以看出, 77个试样中, 有33个为三级品, ($C-P_2O_5$ 大于14%), 42个为四级品, ($C-P_2O_5$ 大于12%), 只有两个为等外品的钙镁磷肥, 这两个试样是所有配料中熔剂加入量最大者, 它们的计算组成为 P_2O_5 : 12.83%。由于实验过程中尚存在5.2%的相

对磷挥发损失(简称 P_L),因此成为等外品。估计在工业生产条件下,仍有希望制得等内品钙镁磷肥。

四、实验结果的经济效益

根据化工部1976年关于“重点磷肥企业八大技术经济指标评比条件”所规定的产品等级标准,本实验所用湖北大峪口 D_3 、 D_4 磷矿按照目前工厂现有的配料方法,只能生产等外品钙镁磷肥,无开采价值。而此次实验根据玻璃结构因子配料法进行配料,可达到稳定的等内品。又根据化工部(79)化财字第537号文件规定,以 D_3 磷矿的 P_2O_5 含量计算,矿价应为8.8元/吨。该矿储量约为一亿吨,由不能开采到可以开采供生产钙镁磷肥使用,矿山可获得收入8.8亿元。

就生产厂而言,以河南漯河磷肥厂为例,利用该矿燃料成本为51元/吨。该厂实际生产原料成本为65.31元,从而每吨磷肥原燃料成本可降低14元。该厂80年生产钙镁磷肥4万吨,仅考虑原、燃料一项,该厂可获利56万元/年。若是靠近矿山的生产厂,收益将会更大。

五、结 论

1.实验表明湖北大峪口低品位磷矿在我国目前磷矿供应紧张的条件下,具有开采价值,它可以缓和各钙镁磷肥厂原料不足的矛盾。

2.从实验结果可以明显地看出:利用该磷矿完全可以生产等内品钙镁磷肥。根据各生产厂具体条件,可以生产稳定的四级品钙镁磷肥,预计尚可以获得部分三级品钙镁磷肥。但建议生产厂,应采用玻璃结构因子进行配料。

3.由表3可知,对于湖北大峪口磷矿的配料,Ob/Yb配料范围可以扩大,即由2.87~3.07扩大至2.83~3.11,仍可获得比较满意的结果。

参 考 文 献

- (1) 张孝根《大峪口三层矿直接利用可能性的探讨》湖北荆襄矿务局生产处 1981.4
- (2) 许秀成《钙镁磷肥技术讲座》郑州工学院 1980.8
- (3) 许秀成《利用电子计算机确定钙镁磷肥的配料范围》郑州工学院磷肥研究组研究报告 1981.6
- (4) 张宝林等《利用陕西金家河磷矿生产钙镁磷肥的试验研究》郑州工学院磷肥研究组研究报告 1981.3