

# 問題討論

## 根据鉄相对含量三角图划分地球化学相

前第四普查勘探大队贵阳实验室 乙 丁

划分地层沉积成岩地化相，以及确定某些样品的铁含量和铁还原系数可否应用时，作铁还原系数与三种铁相对含量关系图是十分必要的。该图能起上述作用的根本原因，不在于铁还原系数是否真实等等，而在于沉积成岩地化相中三种铁的比例本身具有某种特定规律。既然如此，则该图可用三种铁相对含量三角图代替。其优点是作图简单，并能顺便图解出铁还原系数( $K$ 、 $X_{Fe}$ )，以作他用。

### 一、用铁相对含量三角图划相

按  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$ 、 $\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  数值把图 1 三条曲线拼入图 2，则为  $a$ 、 $A$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $B$ 、 $d$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $e$  曲线(称之为铁比例曲线)。可以看出，图 1 划相标志点

$A$ 、 $C$ 、 $D$  分别在图 2  $\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$ 、 $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$ 、 $\frac{Fe_{HCl}^{+++}}{\Sigma Fe}$  零线的中垂线  $ZA$ 、 $YN$ 、 $XM$  上，而点  $B$  则为  $\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  剧增之始点。三角形则被三条中垂线及  $OB$  线分成了七块，而其中 I、II、III、IV、V 诸块应分别为强氧化、弱氧化、弱还原、还原及强还原诸亚相区域。但在上述诸区域中，只有在上述铁比例曲线上及其近侧的铁比例才是被地层沉积成岩地化相所控制的(见节三)。

据上述方法用贵州某井资料作了图 3。若与该井  $K$ — $\frac{Fe}{\Sigma Fe}$  关系图(图 4)作比较，则显然可见，两图点间线关系明显程度大致相同，

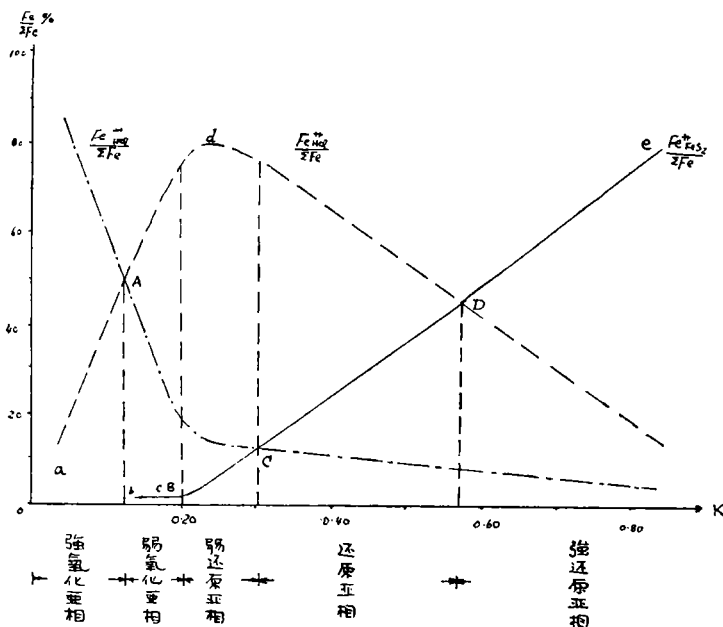


图 1  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$ 、 $\frac{Fe_{HCl}^{+++}}{\Sigma Fe}$ 、 $\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  与  $K$  值关系曲线(出自石油地质参考资料 1964.3 期 13 页)

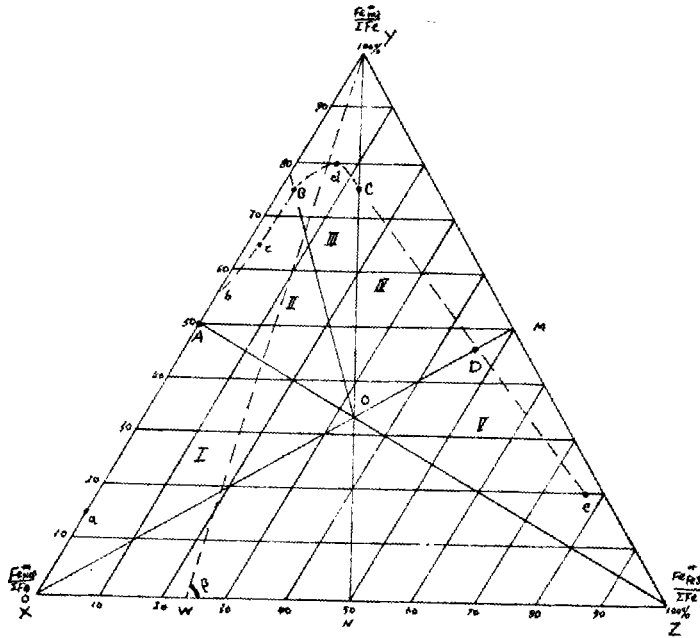


图2 用铁比例曲线划地化相

I 强氧化亚相 II 弱氧化亚相 III 弱还原亚相 IV 还原亚相 V 强还原亚相

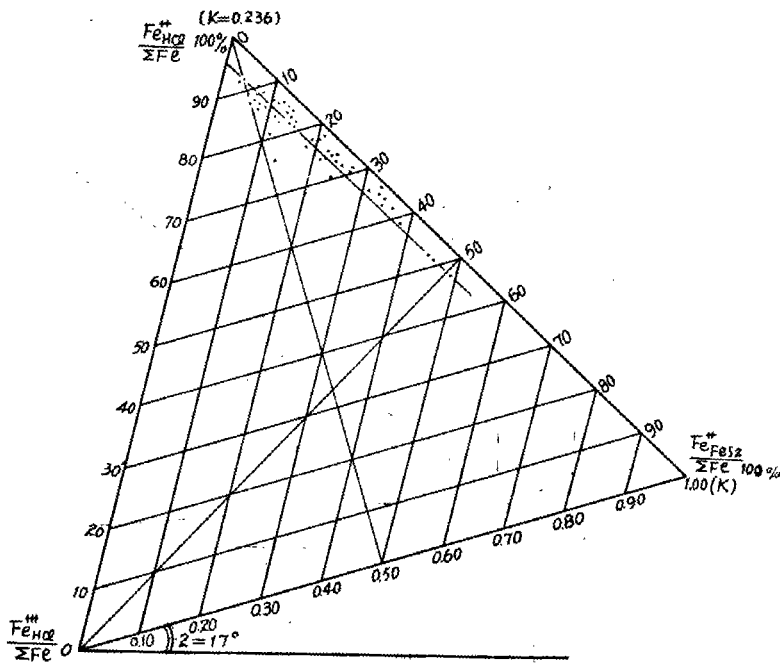


图3 贵州某井图解K值及划相的三角图

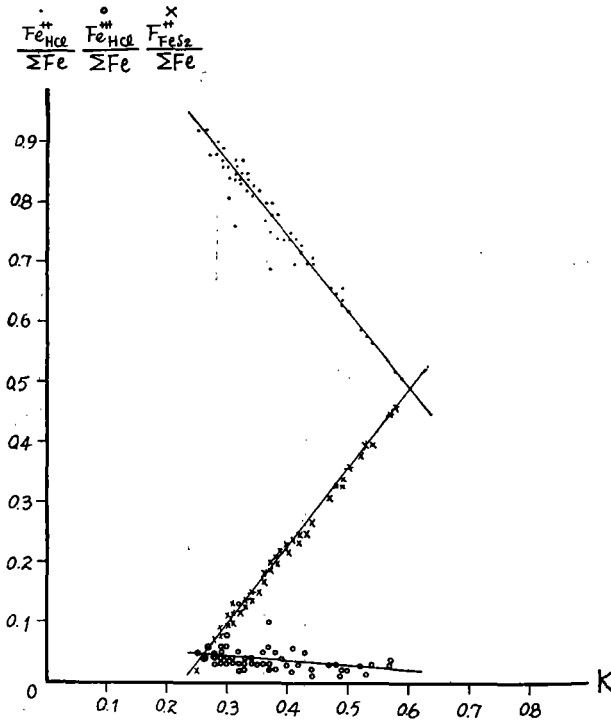


图4 K与  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$ ,  $\frac{Fe_{HCl}^{+}}{\Sigma Fe}$ ,  $\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  关系曲线

且反映出来的相区完全一致。此即说明，铁相对含量三角图能够代替铁相对含量与铁还原系数关系图划相。

二、用铁相对含量三角图图解铁还原系数。以K为例：

1. 因  $K = 0.236 \frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe} + \frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  为一次方

程，故在  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe} - 0$  (或  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$ ) —  $\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  座标中(见图2)，K等值线系(即方程曲线系)应为互相平行的直线组成。其与  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe} - \frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  轴的交角  $\beta$  可如下求得：

令  $K = 0.236$ ，则K等值线在  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe} - \frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$

轴上切距为  $100\% \left( \frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe} \right)$ ，在  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe} - \frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$

轴上切距为  $23.6\% \left( \frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe} \right)$ 。两切距端点所连

成的直线YW，与  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe} - \frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  轴交角  $\beta$

$$= \text{arc cot } \frac{WN}{YN} = \text{arc cot } \frac{50\% \sim 23.6\%}{\sin 60^\circ}$$

$$= 73^\circ$$

2. 按上述原理以米厘纸作图，把三角形  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe} - \frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  轴从平行于米厘纸横线的位置绕  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$  端旋转  $17^\circ$  ( $\beta$  余角，称  $\alpha$  角)，然后在该轴与米厘纸纵线的交点上按  $K = \frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  注上K值，则三角图内米厘纸纵线系即为所求的K等值线系了(图3)。

这样，在作划相三角图时，每点一点，则都可依该点在K等值线系中的位置而顺便求出K值来。

为提高图解速度和精度，K轴需用百分，两个铁相对含量轴需用50分。

3. 以上述方法求贵州某井K值，并与该井计算机所得者比较(见表)，发现两者相差仅0.00~0.01，且真达0.01者甚少。从实际工作看，这种误差不足以影响正确阐述地化相的氧化还原强度。因此，上述图解方法是可用的。

至于  $X_{Fe}$  值，其图解法同上。但  $\alpha = 26^\circ 30'$ ，

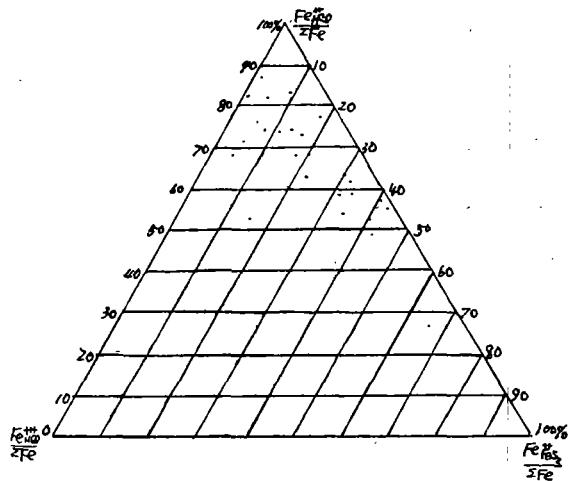


图5 前高加索哈杜姆层岩石中的铁(取自石油地质参考资料1965.2期19页)

貴州某井 K 的計算值(K')与图解值(K'')比較表

编号	$\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$	$\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$	K'	K''	编号	$\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$	$\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$	K'	K''	编号	$\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$	$\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$	K'	K''
1	0.69	0.20	0.37	0.363* 0.36	25	0.90	0.07	0.28	0.282 0.28	49	0.89	0.08	0.29	0.299 0.306
2	0.82	0.15	0.35	0.345 0.35	26	0.83	0.12	0.32	0.317 0.32	50	0.83	0.14	0.34	0.336 0.34
3	0.87	0.10	0.31	0.306 0.31	27	0.75	0.20	0.38	0.377 0.38	51	0.72	0.25	0.42	0.421 0.42
4	0.82	0.14	0.33	0.333 0.33	28	0.83	0.12	0.32	0.317 0.32	52	0.66	0.31	0.47	0.468 0.47
5	0.52	0.45	0.57	0.570 0.57	29	0.89	0.07	0.28	0.279 0.28	53	0.75	0.22	0.40	0.399 0.400
6	0.87	0.10	0.31	0.306 0.31	30	0.85	0.10	0.31	0.309 0.30	54	0.78	0.20	0.38	0.382 0.38
7	0.81	0.15	0.34	0.342 0.34	31	0.88	0.07	0.28	0.278 0.28	55	0.63	0.34	0.49	0.490 0.49
8	0.88	0.07	0.28	0.278 0.28	32	0.88	0.06	0.27	0.270 0.27	56	0.80	0.18	0.37	0.370 0.37
9	0.90	0.07	0.28	0.282 0.28	33	0.92	0.03	0.25	0.250 0.25	57	0.66	0.33	0.49	0.489 0.49
10	0.84	0.13	0.33	0.330 0.33	34	0.83	0.14	0.34	0.336 0.34	58	0.64	0.34	0.49	0.493 0.49
11	0.76	0.13	0.31	0.310 0.31	35	0.86	0.09	0.30	0.294 0.29	59	0.80	0.17	0.36	0.360 0.36
12	0.85	0.13	0.33	0.331 0.33	36	0.81	0.11	0.30	0.301 0.30	60	0.51	0.46	0.58	0.578 0.58
13	0.74	0.23	0.40	0.405 0.41	37	0.88	0.07	0.28	0.278 0.28	61	0.70	0.27	0.44	0.438 0.44
14	0.84	0.11	0.31	0.310 0.31	38	0.87	0.09	0.30	0.295 0.30	62	0.62	0.36	0.51	0.505 0.51
15	0.74	0.21	0.38	0.385 0.39	39	0.86	0.11	0.31	0.314 0.31	63	0.78	0.20	0.38	0.382 0.38
16	0.87	0.08	0.29	0.285 0.29	40	0.92	0.04	0.26	0.260 0.26	64	0.59	0.38	0.52	0.518 0.52
17	0.84	0.10	0.30	0.299 0.30	41	0.86	0.10	0.30	0.304 0.30	65	0.71	0.27	0.44	0.440 0.44
18	0.77	0.18	0.36	0.363 0.36	42	0.81	0.15	0.34	0.342 0.34	66	0.65	0.33	0.48	0.486 0.49
19	0.86	0.08	0.29	0.282 0.28	43	0.86	0.09	0.29	0.294 0.29	67	0.70	0.24	0.41	0.405 0.41
20	0.74	0.22	0.39	0.390 0.39	44	0.84	0.14	0.34	0.340 0.34	68	0.57	0.40	0.54	0.534 0.53
21	0.70	0.25	0.42	0.418 0.42	45	0.58	0.40	0.54	0.538 0.54	69	0.52	0.45	0.57	0.570 0.57
22	0.88	0.07	0.28	0.278 0.28	46	0.74	0.24	0.41	0.413 0.41	70	0.73	0.24	0.42	0.410 0.41
23	0.86	0.10	0.30	0.303 0.30	47	0.78	0.19	0.73	0.373 0.37					
24	0.81	0.15	0.34	0.342 0.34	48	0.86	0.12	0.32	0.323 0.32					

\* 在上者未四舍五入，在下者反之。以后同

且在求等于  $\frac{Fe_{HCl}^{++} + Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  的  $X_{Fe}$  值时，还原系数轴注数应按式  $X_{Fe} = \frac{15Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  进行。

三、图 2、3、5，以及图 6 三角点所示部分都是地层沉积成岩之后，未经发生严重次生变化的井下资料作成的。其共同点是：点子排列近于线状，如图 2，即大致排成  $a, e$  铁比例曲线。但上述曲线顶部和紧接顶部的两侧距离三角图  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$  顶点及边线的远近却微有不同。该不同点可能是地层所在地区及大相(陆海相)有别所致。而共同点则说明：不同地区和犬相的地层的沉积成岩地化相中铁比例数值，仅在上述铁比例曲线上或其近侧。

图 6 的其余部分是用受了风化的地面样品资料作成的。可以看出，一些点仍在铁比例曲线上或其近侧，甚至还排列成线。而另一些点

则距离曲线较远，散布他区。但二者共同点是：点位与井下相应层段的资料点位一般都相差一至二个相区。至于其他次生变化所产生的结果可能亦与上面相同。于是从此得出这样一个结论：次生变化样品的铁相对含量是不能用来研究沉积成岩地化相的，其点位可在划相三角图中任意位置上。

但是野外工作中，要想采得全是未经次生变化的样品是不可能的。因此，在室内还很有必要判别铁的或与铁有关的分析成果的可用性。在这种判别中，可以应用三角图，其原理就是在三角图中，沉积成岩环境所控制的铁相对含量点有前述的固定位置，而次生变化样品的铁相对含量点位是不固定的。这对于判别那些点位散乱在铁比例曲线近侧以外的资料可否应用特别有效。

从铁还原系数诸定义式或图 3 都可看出，

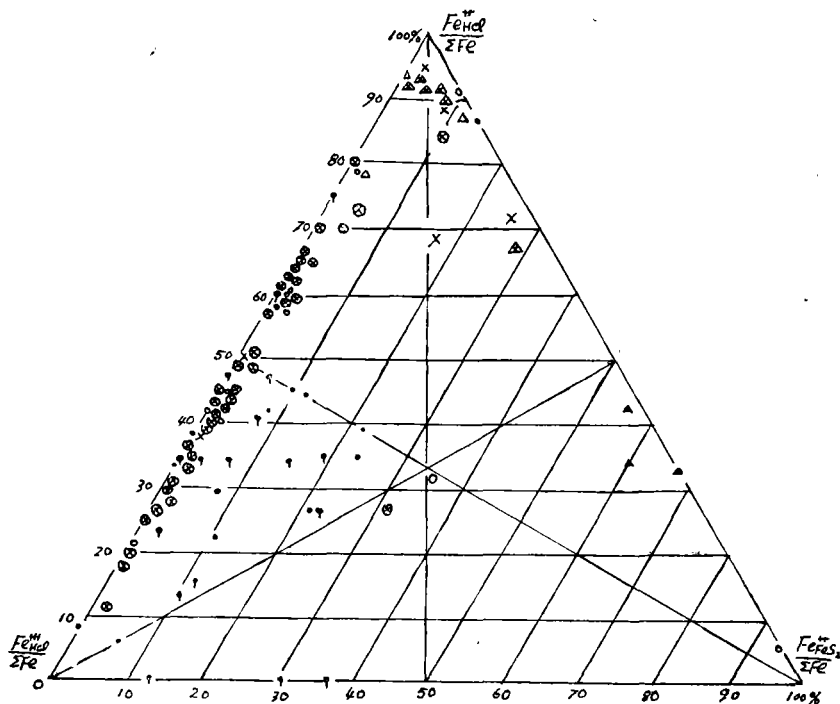


图 6 贵州某区 O, S 纪地层划相三角图

- 图 例
- 桐梓组( $o_1t$ )的
  - 红花园组( $o_1h$ )的
  - △ 大湾组( $o_1d$ )的
  - × △ 翁项群下部( $S_{2+3}^1$ )的
  - ⊗ 翁项群中上部( $S_{2+3}^{2+3}$ )的
- 三角符号为井下资料。余为地面资料

铁还原系数除其值为零和 1 (用

$$X_{Fe} = \frac{Fe_{HCl}^{++} + 15Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$$

则为 15)外, 所余每一数值都可由无限多对比例不同的  $\frac{Fe_{HCl}^{++}}{\Sigma Fe}$  和  $\frac{Fe_{FeS_2}^{++}}{\Sigma Fe}$  求得。这些铁相对含量中, 既有同时能够反映沉积成岩环境地化相和次生变化的, 也有只能反映次生变化的。既如此, 还原系数的上述每一数值, 在还未了解计算该数值的铁相对含量是次生, 还是原生时, 其地质意义都是不定的。这就指出, 那种

只管计算铁还原系数来划相是相当危险的。而要求出真能反映沉积成岩地化相的铁还原系数值来, 则只有在判别了铁相对含量可否应用的同时或之后。从这又可看出, 作三角图划相比计算铁还原系再作该系数与铁相对含量关系图来划相优越。

用那一种铁还原系数描述地化相更为真实? 目前人们各执一端, 争论不已。对此, 笔者冒昧提出一个问题: 能否根据铁比例曲线建立三种铁的平衡方程式, 从而由此解决上述争端?

## 各种铁还原系数在某剖面上的应用

前第四普查勘探大队实验室 罗声允

目前在划分地化相上, 铁还原系数起着重要的作用。但如何应用铁还原系数还有许多争论: 石油科学院和局综合队等认为  $K$  值 ( $Fe_{HCl}^{++} \times 0.236 + Fe_{FeS_2}^{++} / \Sigma Fe$ ) 是划分地化相的主要指标; 三队何志高同志提出了新的铁还原系数—— $X_{Fe}$ ; 中心室提出了另一新铁还原系数—— $T$ ; 二队实验室及刘永祯同志则认为应该用  $Fe_{HCl}^{++} \times 0.25$  的铁还原系数。我们通过学习认为: 何志高同志对 0.236、0.215 及 0.25 这几个系数的理论批判是正确的。新的  $x_{Fe}$  在电化理论上也是无误的; 中心室的理论依据也很充分。哪个铁还原系数好呢? 我们没有经验, 需要实践证明。我们本着毛主席关于“无论何人, 要认识什么事物, 除了同那个事物接触, 即生活于(实践于)那个事物的环境中, 是没有法子解决的。”及“通过实践而发现真理, 又通过实践而证实真理和发展真理。”的教导, 在某钻井剖面的资料整理研究中, 应用了  $K$ 、 $x_{Fe_2}$  ( $Fe_{HCl}^{++} \times 0.0667 + Fe_{FeS_2}^{++} / \Sigma Fe$ ) 及  $T$  ( $Fe_{HCl}^{++} + 13S_{FeS_2}^{-} / Fe_{HCl}^{++} + S_{SO_4}^{+}$ ) \* 这三种铁还原系数, 其效果如下:

(一)、 $K$  与  $Fe_{HCl}^{++} / \Sigma Fe$ 、 $Fe_{HCl}^{++} / \Sigma Fe$ 、 $Fe_{FeS_2}^{++}$

$/ \Sigma Fe$  的关系曲线

见图 1:

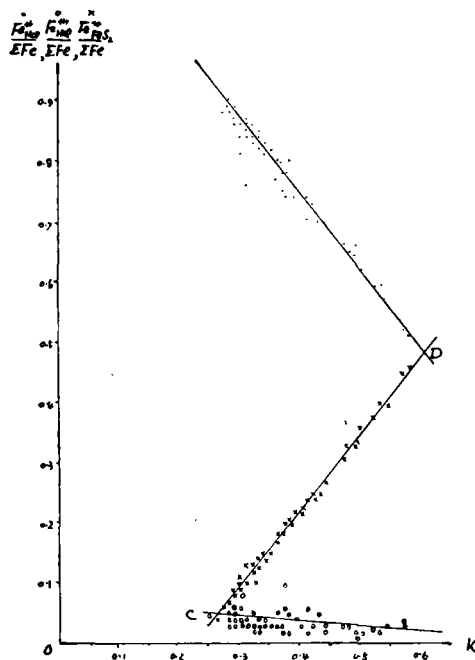


图 1  $K$  与三种铁相对含量的关系

从图 1 可以看出:  $K$  与三种铁的相对含量成线性关系, 是有规律的。  $Fe_{HCl}^{++}$  曲线与  $Fe_{FeS_2}^{++}$  曲线的交点是  $K = 0.26$ , 此时  $Fe_{FeS_2}^{++} / Fe_{HCl}^{++} = 1$ 。

\* 原稿如此, 与  $T$  值原式有出入