

轻金属文集

第 2 輯



冶金工业出版社

輕金屬文集

第二輯

中南冶學院有色輕金屬教研組 編譯

冶金工業出版社

出版者的話

十年来,我国有色冶金工业同其他国民经济部門一样,有了飞跃的发展,取得了許多成就。为了及时交流有色冶金方面的科学研究成果、生产建设經驗和介紹国外的,尤其是苏联的先进科学技术經驗,我們准备按专业有选择地收集国内外有关专题論文,以文集的形式分輯出版,以便讀者选用。

我們拟出版的几种文集有:

1. 重金屬文集;
2. 輕金屬文集;
3. 稀有金屬文集;
4. 有色金屬合金文集。

本書为“輕金屬文集”第二輯,內容主要是从苏联杂志上选譯了有关氟化鋁,鋁与鎂方面的十几篇科学研究論文。这些文章对我国有关部門的生产技术人員、科学技术人員,以及高等院校有关专业的教师学生,均有很大参考价值。

輕金屬文集 第二輯

中南矿冶学院有色輕金屬教研組 編譯

1960年7月第一版 1980年7月北京第一次印刷 4,025 册

开本 $850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32}$ · 字数140,000 · 印张 $5 \frac{28}{32}$ · 定价0.76元

統一書号15062 · 2225冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

冶金工业出版社出版(地址:北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第093号

目 录

在烧结温度下在 $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系中进行的化学反 应过程的研究	Л. К. Яковлев И. С. Лилеев ... 5
浸出铝土矿时, 层流状态下的矿浆在压煮器半径方向的速 度梯度对氧化铝浸出率的影响	А. Н. Лапунов и А. Э. Монтвид..... 23
在氧化钙-氧化铝系统中固相反应的热力学研究	В. И. Бабушкин и О. П. Мцедлов Петросян... 28
用高压浸出法从赤泥中提取氧化铝	Л. П. Ни, В. Д. Пономарев ... 35
用硫化钠溶液自明矾石中浸取氧化铝	В. Д. Пономарев, Б. А. Ерифеев... 43
处理霞石岩的碱性水化法 В. Д. Пономарев В. В. Сажин... 57	
利用霞石岩生产氧化铝的水化学碱法的改进	М. Н. Смирнов, Е. З. Выдревин ... 66
应用迴轉汞阴极的电解方法从拜耳法过程中的碱液提取铝	Landi M. F. ... 73
在拜耳法生产氧化铝时提取副产物五氧化二钒	Dachselt. E. ... 80
铝与冰晶石氧化铝熔融体的交互作用	В. П. Машовец, Р. В. Свобода... 83
冰晶石比 CaF_2 及 MgF_2 对 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 与 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 在冰晶石 熔体中溶解速度的影响	Е. А. Жемчужина, А. И. Беляев... 99
关于熔融冰晶石的化学稳定性	В. П. Машовец, Н. А. Новикова... 1
$\text{NaF}-\text{AlF}_3-\text{NaCl}$ 系的研究	М. А. Кувакин П. С. Кусакин...

用作鋁電解槽電解質的 $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{--AlF}_3\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--LiF}$ 和

$\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{--AlF}_3\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--BeF}_2$ 系熔體的物理化學性

質的研究..... Чжу Иань-Ан, А.И.Беляев ... 118

含氟化鎂的鋁電解槽電解質的物理化學性質研究

А.И.Беляев, Е.А.Жемьужина и Л.А.Фирсанова...132

熱還原法煉鎂過程的物理化學研究

Schneidera., Cordes J.F., Kribbe H., Runge H....152

氯化鎂在與潮濕空氣接觸條件下的吸水作用的研究

..... В.В.Сергеев, И.С.Качановская ...169

在蘇聯和資本主義國家生產鎂的某些經濟問題

..... З.Р.Цимдина, С.А.Первушин...180

在燒結溫度下在 $\text{Na}_2\text{O}—\text{Al}_2\text{O}_3—\text{SiO}_2$

系中進行的化學反應過程的研究

蘇聯科學院西伯利亞分院化學冶金研究所

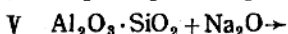
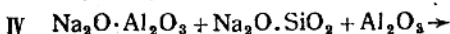
Л.К.Яковлев И.С.Лилеев

第二部分 硅酸鈉與氧化鋁之間以

及鋁酸鈉與二氧化硅之間的交互作用

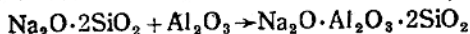
研究形成鋁硅酸鈉的反應機理，對於正確理解按燒結法生產氧化鋁時進行的過程而言，是具有很大意義的。

在 $\text{Na}_2\text{O}—\text{Al}_2\text{O}_3—\text{SiO}_2$ 系中，生成鋁硅酸鈉的反應至少有五種：



在這些反應中，有些作者〔1〕認為主要反應是前三種，另一些作者〔2〕則認為主要反應僅僅是第四種。

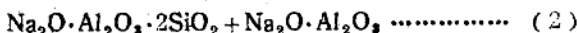
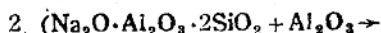
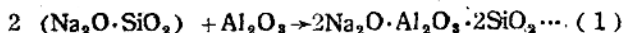
在本文中只論述反應（I）和（III），因為關於二硅酸鈉與氧化鋁之間的反應，以前已經很詳細地探討過了〔1.3〕。在相當低的溫度下（在 700°C 時開始）便很容易按照這個反應生成鋁硅酸鈉，而且沒有任何複雜性。這種交互作用是按下式進行：



反應（IV）是反應（I）的特殊情況，所以應該在研究了反應（I）以後再來研究。至於蘭晶石與蘇打之間的交互作用過程

(反应 V) 則我們已經报导过了。

在文献中很少从事研究反应 (I) 和反应 (II) 的文章。И.С. 李列耶夫 (Лилеев) [1] 和 М.К. 穆世金娜 (Мошкина [3]) 曾經查明, 硅酸鈉很容易与 γ - Al_2O_3 发生反应。交互作用在 800° 左右温度下已经开始, 而在 1000°C 下, 交互作用在两小时内便告完成。这两位作者所用的主要研究方法是化学分析。他們認為交互作用分为两个阶段进行, 即經過生成鋁硅酸二鈉阶段:



在分子比 $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1$ 的試料中的最終产物是霞石和鋁酸鈉。

在燒結温度下鋁酸鈉与二氧化硅之間的交互作用, 最先是 Ф.Н. 斯托罗科夫 (Стороков) [5] 于 30 年代研究过。他所研究的試料中的鋁酸鈉与二氧化硅的比例介于 20~100 之間, 而燒結温度則达到 1150°C 。他通过結晶光学分析曾經查明, 鋁酸鈉与二氧化硅之間形成数量与 SiO_2 含量成正比的固溶体, 同时又发现有某些数量的硅酸鈉。

И.С. 李列耶夫 [1] 把經過他改进的物相化学分析方法应用在 $700 \sim 1000^\circ$ 下和 1 小时或 4 小时内用无定形 SiO_2 燒制得的鋁酸盐二氧化硅燒結块时, 所得的結論是硅酸鈉与鋁酸鈉之間的交互作用在高于硅酸鈉与氧化铝发生反应的温度下发生。因此他曾經推測起初是发生置換分解过程而生成硅酸鈉和氧化铝, 然后硅酸鈉和氧化铝按照方程式 (1) 和 (2) 相互发生反应而生成鋁硅酸鈉。

后来 М.К. 穆世金娜的研究工作 [3] 並沒有証实这一結論。М.К. 穆世金娜应用类似的分析方法而得出到 1100° 为止鋁酸鈉与二氧化硅 (也是无定形的) 之間不发生任何反应的結論。

現有的作品数目很少以及这些作品所引用的資料很有限, 这

种情况促使我们用现代的物理化学分析方法对偏硅酸钠与氧化铝之间以及铝酸钠与二氧化硅之间的交互作用。做较详细的研究。

原料和研究方法

在研究中使用了硅酸钠、铝酸钠、二氧化硅和氧化铝。

硅酸钠是用在 1000° 下多次烧结分子比为 $1:1$ 的化学纯苏打和纯石英（水晶）的办法制得的，在先后两次烧结之间，都把物料磨碎。产品的纯度用化学法及显微镜检视法检验。即使长时间烧结或熔化也不能完全将苏打除去。

铝酸钠是在 1200° 下多次烧结分析纯活性氧化铝与数量有 10% 多余的化学纯苏打的混合物而制得的。反应程度曾用化学法及显微镜检视法检验。在产物中未发现游离苏打。

二氧化硅是采用磨细至过 250 目筛（筛孔的边长为 62 微米）并经过用浓盐酸洗去杂质铁的天然产出的石英（水晶）。

氧化铝是把分析纯的活性 $Al(OH)_3$ 在 700° 下煅烧 $1 \sim 2$ 小时而制得的。所得氧化铝中的碱用倾析法洗去。煅烧及煅烧后的洗涤作业都反复进行好几次，直至用酚酞作指示剂进行检验证明碱已完全除去为止。

所有制备好的物料都磨细到过 200 目筛并经过分析。分析的结果如表 1 所示。

表 1

原料的化学分析结果 (%)

原料名称	灼 减	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	Na_2O	分子比
硅 酸 钠	未测定	47.6	0.06	0.18	—	48.6	$Na_2O:SiO_2=0.99$
铝 酸 钠	—	—	61.6	0.4	—	37.6	$Na_2O:Al_2O_3=1.0$
石 英	—	99.84	0.12	—	—	—	—
氧 化 铝	1.0	—	97.8	0.2	—	0.35	—

研究中运用了各种物理化学分析方法：综合差热分析，X射线分析法，显微镜检视分析法，物相化学分析法。关于研究方法我们以前已经较详细地报导过了〔4〕。

在湿法处理所研究的烧结块的过程中，为了防止铝酸钠水解，除了用水之外还用 0.5N 的 NaOH 溶液 25 毫升。

实验部分

硅酸钠与氧化铝之间的交互作用

研究硅酸钠与氧化铝之间的交互作用时，曾经制备了 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1 : 1$ 和 $2 : 1$ 的两种混合物，并进行热分析。所得热分析曲线图如图 1 所示。

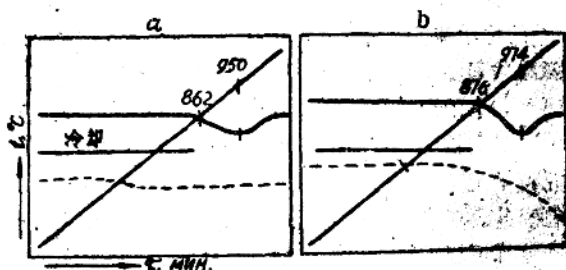


图 1 分子比为 1:1 (a) 和 2:1 (b) 的 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 与 Al_2O_3 的混合物的热分析曲线图

在两种混合物的加热曲线上只是分别在 $862 \sim 950^\circ\text{C}$ 和 $876 \sim 970^\circ\text{C}$ 温度处有一个吸热效应。当混合物的组成为 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2 : 1$ 时，吸热效应不很大，但显著收缩。

显然原物料在所测出的温度范围内交互作用，因为单独加热硅酸钠或氧化铝时都没有这样的效应。为了查明上述的交互作用的本性，曾经采用在 800° 、 900° 、 1000° 、 1100° 、 1200°C 下烧结物料团块 2 小时的办法从分子比为 1:1 和 2:1 的 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 与 Al_2O_3 的混合物制得烧结块。物料团块一开始就置于已加热到实验温度的炉中，保持两小时，在空气中冷却，然后在 700° 下退火 30 小时。磨细后的烧结块经过物相化学分析及 X 射

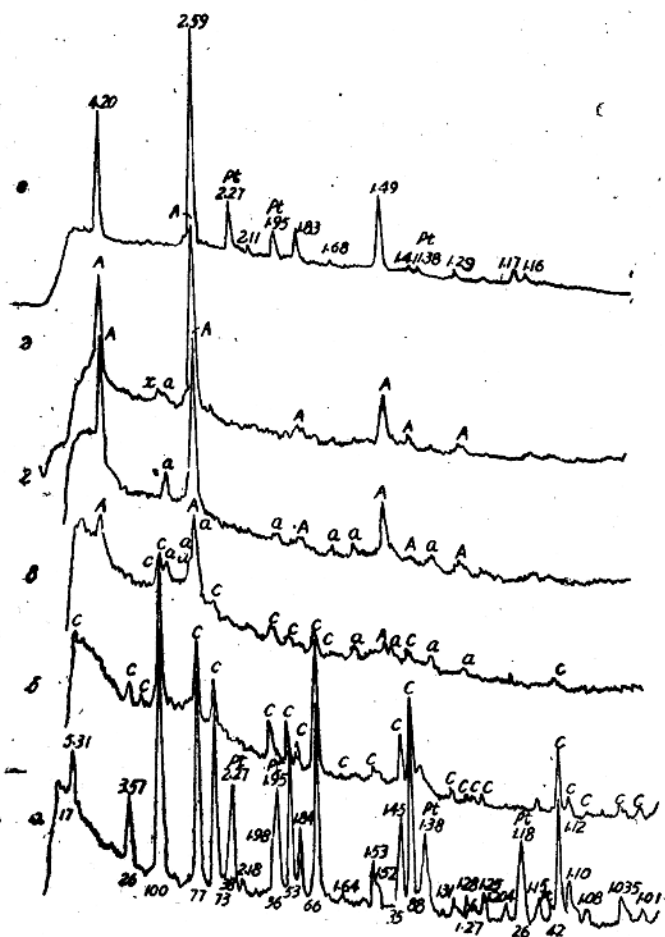


图 2 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2 : 1$ 的烧结块的电离X射线照片

а—硅酸铝，б—800°烧结块，в—900°烧结块，г—1000°烧结块，

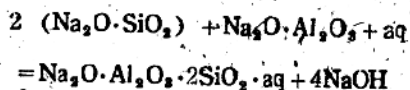
д—1100°烧结块，е—合成铝硅酸二钠

綫分析。

在混合物的組成爲 2 : 1 的場合，如 X 射綫的分析結果(圖 2) 所表明，交互作用過程在 800° 時已經開始，硅酸鈉綫的溫度減弱證明這種情況在 900° 下原始物料幾乎全部消失，而且與此同時出現了新生成物的綫條，其強度隨溫度的升高而增加。在 1100° 下制得的燒結塊幾乎是單相的。其 X 射綫照片除用字母 a 和 X 標志的綫條外與鋁硅酸二鈉的 X 射綫照片(圖 2.e) 完全相同，用字母 a 標志的綫條顯然是屬於鋁酸鈉的，至於用字母 X 標志的綫條的本性則未查明。

燒結塊的化學分析結果(表 2) 証實了 X 射綫物相分析的結果。從表 2 可以很清楚地看到，在 800° 時反應已經以相當大的速度進行，而在 900° 時反應便基本上完成。特別是在 900° 下原氧化鋁變為可溶狀態的達 90%，這種情況說明反應在 900° 時便基本完成。

絕大部分已經反應的氧化鋁進入酸浸出液中。同時，酸浸出液中的 Na_2O 含量很高。這些事實都迫使假定濕法處理低溫(800° ~ 900°C) 燒結塊時有按下列方程式進行的二次反應發生：



發生這一反應的結果，一部分鋁酸鈉中的氧化鋁進入酸浸出液中，因而稍為歪曲了燒結反應的完成程度。

在這裡毫無疑問也發生鋁硅酸二鈉水解的作用〔6〕，在低溫下，鋁硅酸二鈉的品格尚不完善，所以徹底水解而完全析出一分子的鹼；在高溫的情況下，則大概只水解析出 2/3 個分子的鹼。即水解的結果，酸浸出液中的氧化物之比例相當於霞石(1 : 1 : 2)，而不是相當於在煅燒過程中生成的鋁硅酸二鈉。

由此可見，就是根據化學分析數據，硅酸鈉與氧化鋁交互作用的主要產物當混合物中的各該成分的比例為 2 : 1 時也是鋁硅

表 2

組成爲 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2 : 1$ 的燒結塊的化學分析結果

試 樣 名 稱	計量 單位	溶 浸 出 液			酸 浸 出 液			不 溶 殘 液		
		Na_2O	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	Al_2O_3	SiO_2	不溶殘渣	Al_2O_3	SiO_2
800° 燒結塊	克	0.2713	0.0147	0.1170	0.0857	0.1402	0.1845	0.1783	0.1360	0.9424
	%	75.7	4.9	33.7	24.1	47.5	53.2	17.8	48.1	12.2
	分子比	36.4	1.0	13.5	1.01	1.0	2.24		1.0	0.53
900° 燒結塊	克	0.2154	0.0335	0.0517	0.1420	0.2330	0.2767	0.0369	0.0167	0.0202
	%	80	11.3	14.9	36.6	79.0	79.8	3.7	5.7	5.8
	分子比	10.6	1.0	2.6	1.0	1.0	2.02		1.0	2.08
1000° 燒結塊	克	0.1702	0.0402	0.0275	0.1366	0.2430	0.2340	0.0156	0.0050	0.0105
	%	47.5	13.6	7.9	54.9	82.3	84.7	1.6	1.7	3.0
	分子比	2.0	1.0	1.2	1.33	1.0	2.06		1.0	3.60
1100° 燒結塊	克	0.1674	0.0442	0.0272	0.1359	0.2372	0.2805	0.0259	0.0025	0.0334
	%	46.7	15.0	7.8	54.7	89.3	80.8	2.6	0.8	6.7
	分子比	6.2	1.0	1.03	1.36	1.0	2.01		1.0	1.5

酸二鈉，這是和以前的研究結果〔1,3〕相符合的。這一項過程可用方程式（1）表示。

某些數量的鋁硅酸二鈉又與氧化鋁交互作用而生成霞石和鋁酸鈉。特別是後者是在X射線照片上清楚地確定以及借助於化學分析結果來確定的。這一項反應可用方程式（2）表示。這一過程在硅酸鈉與氧化鋁的等分子混合物中特別顯著，現在我們就轉到探討在硅酸鈉與氧化鋁的等分子混合物中的交相作用。

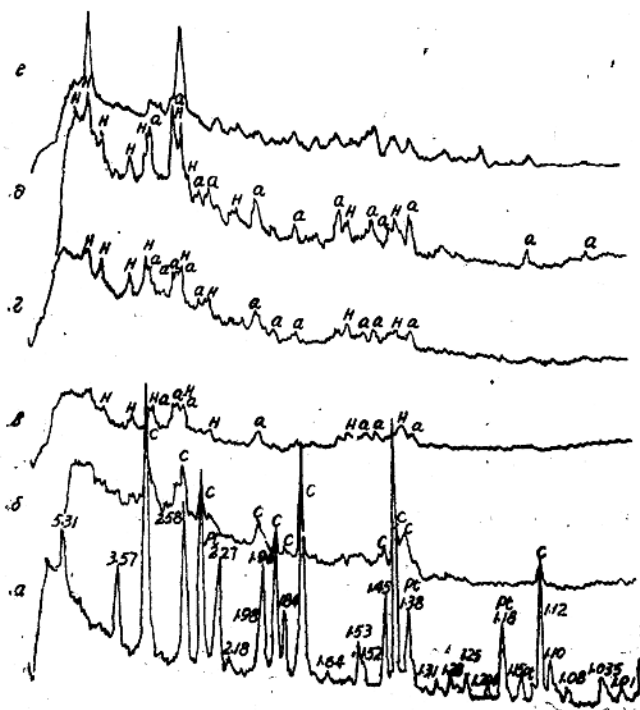


图 3 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1:1$ 的烧结块的电离X射线照片
 a—硅酸鈉，6—800° 烧结块，b—900° 烧结块，c—1000° 烧结块，
 d—1100° 烧结块，e—1200° 烧结块

正像前面的試驗那样，根据X光分析（图3）及化学分析（表3）的数据，在組成为1：1的混合物中的交互作用在800°C已經出現。过程的速度随着溫度的提高而加快。但仍然很慢，而且即使在1200°C下反应也不能进行到底。

表 3

組成为 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1 : 1$ 的燒結块的化学分析結果

試样名称	計量 单位	碱浸出液			酸浸出液			不溶残渣		
		Na_2O	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	Al_2O_3	SiO_2	不溶殘 渣量	Al_2O_3	SiO_2
800°燒結块	克	0.1571	0.0810	0.0275	0.1100	0.1245	0.1085	0.3842	0.2402	0.1400
	%	56.7	17.8	10.2	39.7	27.3	40.5	38.4	52.9	52.3
	分子比	3.2	1.0	0.58	1.45	1.0	1.48	—	1.0	1.0
900°燒結块	克	0.1286	0.1792	0.0004	0.1435	0.1375	0.1832	0.2316	0.1360	0.0835
	%	46.4	39.3	0.15	51.8	30.2	68.3	23.2	29.9	31.2
	分子比	1.18	1.0	—	1.71	1.0	2.26	—	1.0	1.04
1000°燒結块	克	0.1223	0.1675	0.0075	0.1421	0.1625	0.2235	0.1613	0.1172	0.0428
	%	44.2	36.8	2.8	51.3	35.7	83.4	16.1	25.7	6.0
	分子比	1.2	1.0	0.08	1.44	1.0	2.34	—	1.0	0.62
1100°燒結块	克	0.1091	0.1765	0.0125	0.1554	0.1665	0.2515	0.1210	0.1118	0.0092
	%	39.4	38.8	4.7	56.2	36.5	93.8	12.1	24.5	3.4
	分子比	1.01	1.0	0.12	1.53	1.0	2.57	—	1.0	0.14
1200°燒結块	克	0.1201	0.1558	0.0087	0.1593	0.2035	0.2485	0.1180	0.1048	0.0110
	%	43.4	34.2	3.2	57.6	44.7	92.6	11.8	23.0	4.1
	分子比	1.3	1.0	0.09	1.29	1.0	2.07	—	1.0	0.18

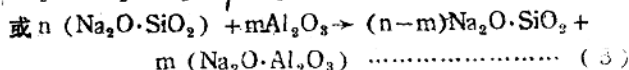
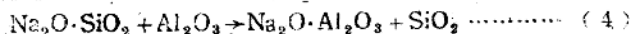
正像前所預料的那样，在这里交互作用的产物也是霞石和鋁酸钠。过程最可能是按方程式（1）和（2）分两阶段进行。

在1200°下获得的燒結块，不是由霞石而是由霞石的同質異晶体三斜霞石（Карнегит）（图3.e）所組成。根据文献資料，純霞石在1248°时轉变为 α -三斜霞石〔7〕，但当有硅酸钠在场时，这一过程在1163°下已經进行〔8〕。当溫度低于654°时， α -三斜霞石轉变为 β -三斜霞石， β -三斜霞石的綫条显然也出現在所研究的X射綫照片上。在文献中沒有 β -三斜霞石

的X射綫照片特性資料，使我們不能把這個問題完全肯定下來。

在酸浸出液中（見表3），二氧化硅與氧化鋁的比例從溫度為900°起大於2（在霞石和鋁硅酸二鈉中二氧化硅與氧化鋁的比例為2）。這可解釋為與鋁硅酸鈉一起進入酸浸出液中的還可能有某些數量的硅酸鈉，這些硅酸鈉可能是硅酸鈉在鋁硅酸鹽中的固熔體的形式存在的。

現在轉到燒結塊不溶殘渣的二氧化硅含量很高的問題（在800°下得到的燒結塊中為52%）。這樣大量的二氧化硅不可能是物相化學分析方法不完善的結果。這一事實的最可能的解釋，是假設在所研究的混合物中發生置換分解型反應，例如發生如下形式的反應：



而生成游离的 SiO_2 或多硅酸鈉，後者在濕法處理時會脫出 SiO_2 。

從以上所述可見，依原物料的比例及焙燒溫度為轉移，硅酸鈉與氧化鋁交互作用而生成的產物是不同的。在高溫下保持足夠的時間所得到的最終反應產物或者是霞石和鋁酸鈉（1：1混合物），或者是鋁硅酸二鈉（2：1混合物）。在低溫下最明顯地生成的最可能的中間產品是二氧化硅或多硅酸鈉和鋁酸鈉。

要徹底解決這一問題，尚須繼續進行研究。

鋁酸鈉與二氧化硅之間的交互作用

研究這一項交互反應時，我們不使用在以前的研究試驗中[1.3]使用的無定形二氧化硅，而使用石英，因為石英用顯微鏡及X射綫研究鑑定時簡單得多，而且用濕法處理燒結塊時不轉入碱浸出液中。

曾用鋁酸鈉與石英配制了成分的分子比為1：1與1：2的兩種混合物。

图4所示是上述混合物的综合热分析曲线。在这些加热曲线上都可以看到三个吸热效应，而且在组成为1:1的混合物中出现的效应比较明显。

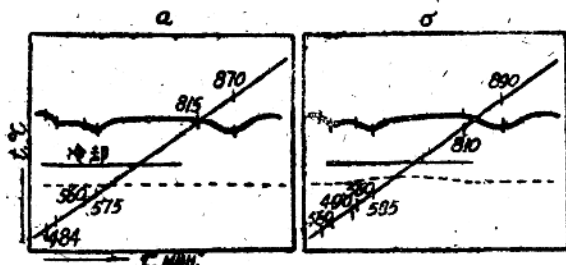


图4 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ 分子比为1:1(a)和1:2(b)的混合物的热分析曲线图

第一个在460~490°温度时的吸热效应相当于铝酸钠的晶形转变，与O.И.阿拉克良（Аракелян）的数据〔9〕相符合。第二个在585°时的效应极小相当于β—石英转变为α—石英的晶体转变。最后，第三个在810~890°（和815~870°）时的效应不是原物质中任何一种的效应，因之显然是原物质交互作用的结果。我们发现M.K.穆世金娜〔3〕曾经确定过类似的效应，但在她的论文里这个效应未得到阐明。

在两种试料的冷却曲线上均未发现有任何热效应。

为了阐明第三个热效应，曾用在800°、900°、1100°及1200°下把团块*煅烧两小时的办法制备烧结块。烧成制度与我们煅烧硅酸钠与氧化铝的混合物时所用的相类似。这样制得的烧结块经过物相化学分析，所得结果列于表4和表5。

表4第一横行中所列的是原铝酸钠石英混合物的化学分析结果，这些分析结果表明，在这里使用循序碱——酸处理法是完全

* 团块是在1500公斤/厘米²左右压力下压制所研究的混合物的办法制备的。团块的尺寸为高20毫米，直径12毫米，重约3克。

适当的。循序进行碱——酸处理时，不溶残渣是石英和只含 0.5 Al_2O_3 。

表 4

$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 1$ 的烧结块的化学分析结果

试样名称	计量 单位	碱浸出液			酸浸出液			不溶残渣		
		Na_2O	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	Al_2O_3	SiO_2	不溶残渣 重量	Al_2O_3	SiO_2
$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 (1:1)$ 混合物	克	未测定	未测定	未测定	未测定	未测定	未测定	0.2666	0.0227	0.2639
	%	—	—	—	—	—	—	26.7	0.5	98.5
	分子比	—	—	—	—	—	—	—	—	—
900° 烧结块	克	0.1535	0.2445	0.0063	0.1211	0.1315	0.0567	0.2995	0.098	0.2037
	%	55.4	53.7	2.3	43.7	28.9	21.1	29.9	21.5	76
	分子比	1.03	1.0	0.044	1.51	1.0	0.73	—	1.0	3.54
1000° 烧结块	克	0.1477	0.2230	0.0103	0.1225	0.1122	0.1320	0.2439	0.1192	0.1242
	%	53.3	49.0	3.8	44.2	24.6	49.3	24.4	26.1	46.3
	分子比	1.09	1.0	0.077	1.80	1.0	2.0	—	1.0	1.77
1100° 烧结块	克	0.1175	0.1897	0.0117	1.1472	0.1477	0.2355	0.1536	0.1281	0.0255
	%	42.4	41.7	4.4	53.1	32.4	87.8	15.4	28.1	9.5
	分子比	1.02	1.0	0.105	1.6	1.0	2.71	—	1.0	0.34
1200° 烧结块	克	0.1175	0.1860	0.0142	0.1541	0.2455	0.2470	0.042	0.030	0.0122
	%	42.4	40.8	5.3	55.6	53.9	92.2	4.2	6.6	4.5
	分子比	1.04	1.0	0.13	1.03	1.0	1.71	—	1.0	0.7

烧结块的物相化学分析数据证实，在交互作用时进行的过程的复杂性。酸浸出液中的各项成分的比例与物相组成不相符合和不溶残渣都说明这一点，特别是在 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 2$ 的烧结块的不溶残渣中，除了氧化铝和二氧化硅之外，还含有大量的碱。后一情况大概可以解释为生成某种在酸处理时只是部分地分解的中间化合物。

只有在高温下（1100~1200°）才生成组成比较固定的铝硅酸盐。但是就是在这种情况下，除了在 1200° 下所得的组成为 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 1$ 的烧结块外，不溶残渣中的氧化铝含量还是很高。