

20

火成岩、变质岩和沉积岩 的主要矿物的平均化学成分

苏联 П. Н. 齐尔文斯基 著

地质出版社

火成岩、變質岩和沉積岩 的主要礦物的平均化學成分

蘇聯 П. Н. 齊爾文斯基 著

趙 福 寧 譯

地質出版社

1957·北京

ЛЬВОВСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИМЕНИ ИВАНА ФРАНКО

П. Н. ЧИРВИНСКИЙ

СРЕДНИЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ
ГЛАВНЫХ МИНЕРАЛОВ
ИЗВЕРЖЕННЫХ, МЕТАМОРФИЧЕСКИХ
И ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

издательство харьковского государственного
университета им. м. горького—1953

本書作者根据大量分析資料，算出了 254 种重要造岩礦物的平均化学成分，列举了其中許多礦物的化学式和平均比重。利用这些平均成分，就可在任何一个只要有弱微弱的環境中以几何化学分析法研究与鑑定礦物，从而大大地加速礦物分析的进度。并且，如果与直接的化学分析相比，用这种方法所得分析結果，完全能符合要求。

本書是化驗分析人員，野外工作人員必讀的手冊，也是科学研究人員，地質院校師生的寶貴工具書。

火成岩、變質岩和沉積岩
的主要礦物的平均化学成分

著 者	苏联 П. Н. 齐尔文斯基
譯 者	趙 福 宁
出版者	地 質 出 版 社
	北京宣武門外永光寺西街 3 号
	北京市書刊出版登記證出字第 050 号
發行者	新 華 書 店
印刷者	地 質 印 刷 厂
	北京廣安門內教子胡同甲 32 号

編輯：徐幼先 技術編輯：湯 健 校對：金伯璠
印數 1—4,100 册 1957 年 6 月北京第 1 版
開本 31"×43"1/25 1957 年 6 月第 1 次印刷
字數 100,000 字 印張 4²²/₂₅
定價 (10)0.65 元

目 錄

前言	7
長石类	10
鉀長石（正長石，微斜長石和透長石）	10
歪長石	15
鈣鈉長石或狹義的斜長石	17
條紋長石和反條紋長石（總述）	23
帶狀斜長石	26
石英和玉髓	28
鱗石英，方英石，石英玻璃，蛋白石	28
金紅石	29
似長石类	29
白榴石	29
霞石	30
鈣霞石	31
方柱石組	31
方鈉石类	32
黃長石	33
沸石类	33
橄欖石类	35
石榴石类	37
鋯石类（鋯石和鈦石）	40
楣石	41
紅柱石，矽綫石，藍晶石	42
十字石	42
黃玉	43
綠簾石类	43
符山石	45

葡萄石.....	46
堇青石.....	46
含氟的鎂矽酸鹽: 粒矽鎂石, 矽鎂石和斜矽鎂石.....	47
电气石.....	48
異性石和負異性石.....	49
輝石类.....	49
斜方輝石.....	49
單斜輝石.....	50
角閃石类.....	51
关于角閃石替換輝石的几点意見.....	58
云母类.....	59
白云母.....	59
黑云母.....	61
鉄鋁云母, 金云母, 蛭石.....	65
海綠石.....	66
綠泥石和脆性云母类.....	68
山軟木类.....	72
滑石—叶蠟石类.....	74
叶蛇紋石类.....	74
粘土礦物.....	75
磁鉄礦, 赤鉄礦, 鈦鉄礦以及它們的連晶.....	80
鈦鉄礦.....	83
鏡鉄礦.....	84
針鉄礦和纖鉄礦.....	84
无水的和含水的錳的氧化物.....	85
一水硬鋁石, 一水軟鋁石, 三水鋁石.....	85
水鎂石.....	86
黃鉄礦和白鉄礦.....	86
磁黃鉄礦.....	86
黃銅礦.....	87

斑銅礦(雜色銅礦)	87
鹵化合物	87
碳酸鹽類	89
磷酸鹽類	92
硼酸鹽類	96
硫酸鹽類	101
明礬類	103
鈉質黃鉀鐵礬	105
在鹽礦床和鹽湖中遇見的含水硫酸鹽	105
硝酸鹽類	109
參考文獻	110
礦物名詞索引	113

前 言

本書的現貌，是作者所著的題為“火成岩和隕石中的最主要礦物的平均化學成分”〔34〕一書擴充而來。實際差別是在於刪節了隕石中的礦物和增添了變質岩與沉積岩中的礦物。

本書的主要目的，是為了供給研究人員造岩礦物的成分的平均數據，以便以後利用這些平均值，將其應用在幾何化學分析上。〔35〕這樣算出的化學分析用來代替那時要長得多的直接化學分析，其精確度，是完全可以滿足要求的；這一點，例如在前已提及的我的那本著作中和在不久以前發表的阿爾申諾夫（В.В. Аршинов）與高爾察金（Л. М. Корчемкин）合著的文章〔35〕中均有論述^①。

在國外的作者中，特勒格爾（Трегер）（柏林，1935）廣泛採用了我的方法，他僅用這一個方法就能基本上勝任了提出世界上已知的火成岩按礦物數量分類的任務。他還在自己的著作中轉載了我的主要的数据。這些数据也曾被轉載於兩種德國雜誌〔46, 34〕的學術論文中。

無論如何，1928年我在當時發行不廣的一刊物——頓河工業學院學報（Известия Донского политехнического института）上發表的火成岩造岩礦物成分的数据，現今已成為稀有的文獻了，因而需要重新補訂刊印，以免仰助於外國資料。

如果說，科學上擁有以一定的方法分類的火成岩和一部分變質岩的化學分析表（奧贊〔Озанн〕、華盛頓、德利的關於全世界的岩石的報告，聶莫娃〔З. Н. Немова〕和斯特魯維〔Э. А. Струве〕的關於蘇聯的岩石的報告），那末，對於個別類的岩石中的礦物說來，這一點

^①根據編輯部的意見，各類岩石中的礦物的平均成分的意义，不僅限於能按照作者所提出的礦物計算法求出近似的化學成分。這些数据還是研究許多在各種共生條件下的礦物的成分變化情况的資料。

或者是做得片片断断(“孤立組份”〔изолированные составные Части〕分析法,例如奥贊、聶莫娃和斯特魯維那里的),或者是未加說明这些礦物是从什么岩石中取來的。例如多尔特(Дельтер)和欣采(Хинце)所著的参考書之类就是这样。

我希望,这本书不但对在城市中,而且也对我们遼闊无垠的祖國的可能拥有顯微鏡但没有化驗室的各个角落里从事室内工作的作者們,都会是一本有益的参考書。

为了全面地說明岩石的特性,首先就需要知道它的总的化学成分、它的礦物定量成分,然后还有它的每一种礦物的成分,后者(特别是对于岩漿岩和一部分变質岩与沉積岩)对前兩項成分起着一定的作用。再有,構造、產狀等等也是非常重要的。物理化学情况,是否可能追索各种組份的演化情形和結晶先后順序,是了解这种或那种成分的岩石的成因和同屬性(родство)的一盞指路明灯。沒有礦物和礦子的化学成分的知識,要想做到这一步是办不到的。但是在計算礦子的成分时,必須謹慎从事,不要超出一定的界限,因为这会把岩石学者的思路引到倒霉的美國學派的道路上去。

现在对就各种礦物分別列述在我們的平均值中的氧化物的平均数据作几点說明。

凡沒有特別注明时,求結果的方法都是用氧化物总数的相应的百分数除以該类礦物的分析的总次数,而不是除以这一种氧化物的測定次数。当然,假如是常見的氧化物(对于矽酸鹽、二氧化矽、氧化鋁、氧化鈣、氧化錳及其他某些氧化物),分析次数与氧化物本身的測定次数是相符的,但是对于比較少見的組份就有出入(尤其是对于 TiO_2 、 Cr_2O_3 、 MnO 、 BaO 及其他等等)。因此,在这种情况下,我們几乎总是得到低于实际的数值。但是,如果这里需要得更精确的結果,那也是不难作出适当的修正的:为此,需要將已知的相应的氧化物含量的百分数乘分析次数,并將所得之積除以实际測定次数,实测次数也是提出的已知数。这就是說,这里問題不大;而坏的是(虽然这僅是个別情况),我們遇到有这样的情况,把氧化鉄和氧化亞鉄合併測定而任意地以其中一种來表示,而不是分別地測定它們。还可以進一步設

想：假如礦物中含有許多鎂，那末由于測定時的分析的誤差，氧化鈉就會高于實際數值。我在分析測定時是容忍輝石類和閃石類中有這一情況的。這就是為什麼包括鹼類在內的各種組份的總數在這裡會超出 102 % 甚至 104 % 的緣故。遺憾的是也可能有另一種設想：從前，人們認為輝石和閃石是不含鹼的，並且化學分析人員也可能任意地將總數去遷就得到近似于 100 %。

最後我們談一談關於數據的可靠程度。對於長石，平均值是從大量分析中對最常見的岩石（特別是花崗岩）算出的；雲母、輝石、閃石和橄欖石的分析也是相當多的。但是，如果就各類火成岩分別談論它們的話，就不能這樣說了。一般說來，不但希望更多地積累稀有岩石中的礦物的分析，而且希望這些分析更加詳細。最後，將來在理想的情況下，應該將各種成因的岩石中的礦物的現有一切化學分析以單行本發表，並且，只要是可能，就應該用光學常數的資料來闡明各個分析。

長 石 类

鉀 長 石

(正長石, 微斜長石和透長石)

1. 花崗岩和偉晶花崗岩中的微斜長石。59次分析的平均值。

2. 花崗岩和偉晶花崗岩中的微斜長石与正長石。106次分析(包括前述59次)的平均值:

Fe_2O_3 0.29, FeO 0.08, MnO 0.01, MgO 0.13, BaO 0.03, H_2O 0.27。

П. Н. 齐尔文斯基的相应的更詳細的文章已用德文出版^[47]。

	1	2
SiO_2	64.85	64.96
Al_2O_3	18.87	19.01
CaO	0.52	0.58
K_2O	12.10	11.68
Na_2O	2.82	2.92
	<u>99.16</u>	<u>99.15</u>

花崗岩中的鉀長石的化学式:

	重量%	分子量%
Or	71.45	70.34
Ab	25.57	26.75
An	2.98	2.91
	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>

28.55 $\text{Ab}_{0.2}\text{An}_1$

29.66 $\text{Ab}_{0.6}\text{An}_1$

分子量 550.3。比重 2.559 (35次測定的平均值)。

实际上認為微斜長石和正長石的化学成分沒有任何区别。兩者通常总是已經紋長石化 (пертитизирование)。

3. 取自英古尔河 (Р. Ингул) 的粗粒偉晶花崗岩中的微斜紋長石

(微斜輝石-透輝石)。根据維諾格拉多娃(Е. А. Виноградова) 10 次分析的平均值〔 7 〕:

	3
SiO ₂	64.62
Al ₂ O ₃	19.11
CaO	0.61
K ₂ O	12.46
Na ₂ O	2.16
	98.96

由此得出:

理論上的微斜長石	Mi	77.78
理論上的鈉長石	Ab	19.37
理論上的鈣長石	An	2.75
按費多羅夫的		
斜長石的極		12.7
微量測定發現:		

Mi	76.87
Ab	20.91
An	2.72

按費多羅夫的極 Pl 11.9

條紋長石嵌晶 (пертитовый вросток) 的含量 17.26%

平均微斜紋長石中的斜長石物質的總含量為 $20.91 + 2.72 = 23.63$ %。同時, 能見的斜長石物質 (條紋長石) 的平均含量為 17.26%。

因此, 英古爾粗粒偉晶花崗岩中呈固體溶液狀的平均微斜紋長石, 含有全部理論上的斜長石物質的 6.37% 即四分之一左右。

4. 卡累利阿 (Карелия) 的偉晶花崗岩中的微斜紋長石跟烏克蘭的微斜紋長石相似得驚人 (索洛多甫尼科娃 [Л. Л. Солодовникова])〔 25 〕:

16 次分析的平均值:

	4
SiO ₂	65.20
Al ₂ O ₃	18.89
CaO	0.35
K ₂ O	13.09
Na ₂ O	2.47
	100.00

由此得出:

Mi	77.32	
Ab	20.92	} 22.68 Pl 408
An	1.79	

由化学分析所取得的这些数值, 十分接近于微量测定所得出的数据 (平均值):

77.15	
21.46	} 22.85 Pl 406
1.39	

紋長石嵌晶的含量为 16.54。

無論是維諾格拉多娃或索洛多甫尼科娃, 都是在沿着兩個相當于最好的解理 (010) 和 (001) 的軸面所制作的薄片上進行微量測定。兩組觀測所得的差別是極小的, 以致可以在不定方位的薄片上進行測定。

烏克蘭和卡累利阿的微斜紋長石的比重都等于2.56。

	5
SiO ₃	64.13
Al ₂ O ₃	19.40
CaO	1.00
K ₂ O	11.71
Na ₂ O	2.68
	98.92

5. 正常的正長岩和正長花崗岩中的正長石和微斜長石。

18次分析的平均值。其他組份为: Fe₂O₃ 0.43, FeO 0.04, MgO 0.06, BaO 0.09, H₂O 0.36。包括这些次要組份在內的总数为 99.90。氧化鉄的測定次数为 10, 氧化亞鉄为 3, 氧化鎂为 3, 氧化鋁为 3, , 水为 10。

比重 2.585 (9 次測定的平均值)。

6. 鹼質正長岩和霞石正長岩以及其偉晶岩中的正長石、微斜長石和潛晶條紋長石 (криптопертит) (包括佛格特[Фогт]的歪長石。

32次分析的平均值。次要組份为： Fe_2O_3 0.64, MgO 0.14, BaO 0.02, H_2O 0.31。包括这些次要組份在内的总数为 99.87。測定次数： Fe_2O_3 为23, MgO 为0.13, BaO 为2, H_2O 为22。比重2.602 (13次測定的平均值)。

	6	7	8	9	10	11
SiO_2	64.45	62.65	64.26	65.60	65.45	65.81
Al_2O_3	19.65	20.02	19.02	18.85	19.00	19.85
CaO	0.94	1.27	0.58	1.05	0.49	0.47
K_2O	8.14	11.33	12.76①	8.82	9.51	9.84
Na_2O	5.58	2.52	1.26②	4.35	4.23	3.45
	98.76	97.79	97.88	18.67	98.68	99.42

7. 輝長岩中的鉀長石。兩次分析的平均值。此外, TiO_2 0.04, Fe_2O_3 0.54, FeO 0.46, MgO 0.40, SrO 痕跡, H_2O 0.78。总数 100.01。比重2.60。

8. 石英質斑岩与流紋岩中的正長石和透長石。5次分析的平均值。这里的氧化鈉的数量只是根据3次分析所算出的平均值, 因为, 很遺憾, 有兩次分析沒有求出这个数量來。其次为: Fe_2O_3 0.06, FeO 0.24, MgO 0.15 和 H_2O 1.03。于是总数为 99.36。測定次数: Fe_2O_3 为1, FeO 为 1, MgO 为 3, H_2O 为 5 (在任何情况下各項总数都是用5來除)。比重沒有得出。

9. 粗面岩中的透長石。19次分析的平均值。其他組份 (总数都是除以19) 为: Fe_2O_3 0.78, FeO 痕跡, MgO 0.23, BaO 0.03 和 H_2O 19。在此場合中总数为 99.90。 Fe_2O_3 的測定次数为 13, FeO 为 1, MgO 为 11, BaO 为 1, H_2O 为 7。比重 2.57 (唯一的一次測定)。

10. 响岩 (фенолит) 中的透長石。12次分析的平均值。此外 (在一切情况下都以 12 除): Fe_2O_3 0.39 (5次測定), Mn_2O_3 0.01

①这个数字我認为似乎高了一些。

②我想这个数字比实际略低了一些。

(一次測定), MgO 0.36 (6次測定), BaO 0.34 (3次測定), H_2O 0.04 (2次測定)。总数 99.82。比重 2.577 (3次測定的平均值)。

11. 白榴質与霞石質玄武岩中的透長石。3次分析的平均值。此外 (到处都是除以3), BaO 0.76 (兩次測定, 一次發現了 0.944, 另一次發現了 1.34), 氧化鈣完全沒有發現。這兩次分析都是对从德國赫連科普弗 (Хейленкопф) 白榴-霞石質玄武岩中取出的透長石進行的。

12. 从別什套 (Бештау) 山的粗面流紋岩中分离出了長石混合斑晶, 其中既有鉀長石, 也有酸性的斜長石。奥尔洛夫 (Н. А. Орлов) 平均得到这样的結果 [16]: SiO_2 67.37, Al_2O_3 19.59, CaO 0.66, K_2O 5.70, Na_2O 6.27, BaO 0.62, MgO 0.07, H_2O 0.40=100.68。这里的主要意义在于这种混合斑晶富含 BaO (鉀長石的类質同象混合物)。

13. 也是奥尔洛夫从鉄山 (Железная гора) 的粗面流紋岩中所作的分析。由同样的混合斑晶所作的若干次分析的平均值为: SiO_2 66.73, Al_2O_3 20.29, CaO 1.02, K_2O 6.63, Na_2O 5.23, BaO 0.94, MgO 0.21=101.05。

14. 也是奥尔洛夫从拉茲瓦洛克 (Развалок) 山的長石混合物中所作的若干次分析的平均值: SiO_2 67.29, Al_2O_3 18.92, CaO 0.54, K_2O 6.95, Na_2O 5.82, BaO 0.73, MgO 0.35=100.60。

15. 也是他所作的麥多沃克 (Медовок) 山的分析: SiO_2 67.09, Al_2O_3 20.65, CaO 0.67, K_2O 7.54, Na_2O 3.32, BaO 0.93=100.20。

16. 也是他所作的圖帕依 (Тупай) 山的分析: SiO_2 65.44, Al_2O_3 21.20, CaO 0.42, K_2O 7.72, Na_2O 4.77, BaO 未測得, MgO 0.22=99.77。

奥尔洛夫在所有这些情况下从五嶽群山 (горы Пятигорской группы) 的岩石中所取出的混合斑晶, 都包括有 2.566至2.662份。对所有这些長石, 他都未作光学研究 (而是根据格拉西莫夫 [А. П.

Герасимов] 的意見看作透長石和歪長石)。关于五嶽群山粗面流紋岩中的長石成分与含量方面的最近的工作，是由克罗托夫 (В. С. Кротов) 完成的[10]。

在總結上列諸平均值時，我們應該說：材料总共包括 226 个平均数值，这一点可見于下： $132 + 18 + 32 + 2 + 5 + 19 + 12 + 3 + 5$ ；其中最后五个数值是属于混合斑晶的。

歪 長 石

歪長石常常被用作鉀鈉長石 (кали-натровый полевой шпат) 的同義語，就連提出歪長石这个名称的罗森堡 (Розенбуш) 本人也这样做了 (在 1885 年及这以后很久)。假如歪長石含有 3—5% 的氧化鈣的話，伊丁格斯 (Иддингс) (1906 年) 就称之为鉀奧長石 (калиевый олигоклаз)。格尔岑別尔格 (Р. Герценберг) (1911 年) 和別梁金 (Д. С. Белянкин) (1915 和 1925 年) 把正長石 (透長石) 和微斜長石也列入鉀鈉長石組中。正因为如此，我僅限于用一个名称——歪長石；与此同时，我也知道在引用文献时免不了有些錯誤，因为一方面在这里引用了正長石和透長石的若干分析，另一方面又引用了若干斜長石的分析。不久以前，奥林格 (Оллинг) 曾打算从数量上來限定歪長石的定义。他在自己的著作中寫道：“許多歪長石的試样，都是成分为 $\text{Or}_{70}\text{Ab}_{30}$ — $\text{Or}_{20}\text{Ab}_{80}$ 的潛藏条紋長石 (потенциальный пертит) 的过饱和，过冷却的介安固体溶液”^①。在我國的文献中，研究过高加索各种火成岩中的長石的別梁金和瓦尔丹涅茨 (Л. А. Варданянец) 特別爭論着有关歪長石的問題。究竟鉀鈉長石組的界限可能模糊兩可到何种程度，还可以从馬翁台因 (Маунтайн [Mountain E. D.]) 的那篇很詳細的文章中看得出來 [43]，他本人曾研究过南極圈埃列布斯 (Эребус) 山和非洲法尼亞亞含白榴石鹼性岩的噴出物与熔岩中的長石成分，并作了光学研究。就是他从文献中收集了鉀鈉長石的 68 次化学分析，并將它們的成分在三角圖解上。我們这里所有的似乎是在

① 在此他隨意地放棄了 An 的含量。

$Ab_{65}Or_{35}-Ab_{65}An_{35}$ 这一范围内的直线形排列。

这里也包括了他所作的埃列布斯山钾奥长石和怯尼亚歪长石的分析。奥长石为明显的三斜晶系，具有钠长石双晶律的构造。第 17 号分析是属于埃列布斯山钾奥长石的，第 18 号分析是属于怯尼亚歪长石的。

	17	18
SiO ₂	66.29	64.33
Al ₂ O ₃	22.12	20.94
Fe ₂ O ₃	0.36	0.20
FeO	0.41	0.58
CaO	3.76	2.01
K ₂ O	2.98	4.71
Na ₂ O	7.35	7.22
H ₂ O	0.26	0.37
	100.03	100.36

对于前者，Or: Ab: An=18: 64: 18，对于后者为27: 63: 10。他测得钾奥长石的比重为 2.62。

如果把歪长石看作没有来得及分解的固体溶液，如果它的条纹长石化看不見或者只是萌芽（潜晶条纹长石），那末在任何情况下这种长石都要冠以特别的名称区别出来。

这种钾钠长石堪称为标准的歪长石。岩石中如含有这种长石，那末应该表现在长石的结晶及其冷凝的特点上。费多罗夫法的手瓦尔德涅茨在这方面给我们指出了不但是整个岩块的而且是岩块较边缘部分的很有意义的特点。下面，我在号码 19 之下列举了从火山岩或火山凝灰岩（即从鹼流岩〔пантеллерит〕，粗面岩，英安岩〔дацит〕，安山岩）中取出的钾钠长石 30 次分析的结果。这是引用欣特采（Хинтце）的。