

中国霞石正长岩的地质特征

黄 强, 邱素梅

(国家建材局 地质工程勘查研究院, 北京 100010)

摘 要: 介绍了中国霞石正长岩的分布、产出的大地构造环境、岩体的岩石组合、岩石的地球化学和造岩矿物组合特征。论述了主要造岩矿物的矿物学特征及与产出母岩的关系, 以及工业岩石对霞石正长岩的一些指标要求。

关键词: 霞石正长岩; 岩石组合; 矿物组合; 地球化学; 中国

中图分类号: P619.23; P588.15 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2001)01-0067-06

霞石正长岩是一种碱性岩, 以 Al_2O_3 , R_2O 的质量分数高和含有似长石矿物霞石等为特征。因部分霞石正长岩经加工可以作为工业岩石利用, 而使该类岩石受到重视。本文叙述中国霞石正长岩的地质特征。

1 霞石正长岩

矿业界所指的霞石正长岩可视为一类商品的名称, 它包括地质范畴内的多种岩石。它们的共同特征是: 岩石含有似长石矿物, 化学成分中含有较高的 $w(Al_2O_3)$ 和 $w(R_2O)$, 能加工成适合玻璃陶瓷工业利用的岩石。地质学中“霞石正长岩”的含意却不尽相

同。地质学的霞石正长岩包括一类岩石, 根据其长石、似长石、暗色矿物的种类、含量可以划分为 12 个主要岩石种属(据武汉地质学院), 具体分类方法见表 1。命名方法是: 似长石矿物体积分数 $< 5\%$ 时不参加定名; 似长石矿物体积分数 $= 5\% \sim 10\%$ 时, 称“含 $\times \times$ 似长石正长岩”; 当似长石矿物体积分数 $> 10\%$, 称“ $\times \times$ 似长石正长岩”。如岩石同时含二种似长石矿物, 且体积分数均 $> 5\%$, 这两种似长石矿物都参加定名, 体积分数低者置于前面。如某种暗色矿物体积分数 $> 5\%$, 也要参加命名, 称“含 $\times \times$ 暗色矿物似长石正长岩”; 当暗色矿物体积分数 $> 10\%$ 时, 前面的“含”字取消。如暗色矿物体积分数总量超过 30% 时, 在原岩石名字前加“暗”字, 如暗霞正长岩。

表 1 霞石正长岩类主要岩石种属

Table 1 Types of nepheline syenite

长石	似长石 ($Q_0 > 10\%$)	岩 石 种 属	特征矿物、结构及构造
正 长 石 或 微 斜 长 石	霞 石	霞 正霞正长岩	正长石为主要矿物
		石 流霞正长岩	显微条纹长石、具似粗面结构
		正 云霞正长岩	含铁黑云母, 他形粒状结构, 具似片麻状构造
		长 角闪云霞正长岩	含富铁闪石, 有时出现钠-更长石, 他形粒状结构
		岩 假白榴石正长岩	白榴石被霞石、钾长石交代
		类 异性霞石正长岩	含异石, 具似粗面结构
		钠闪异性正长岩	含钠闪石及异石
	方钠石	方钠正长岩	由碱性长石、方钠石、霞石及黑云母、角闪石组成
	方沸石	方沸正长岩	以碱性长石为主, 方沸石代替霞石出现
	钙霞石	钙霞正长岩	钙霞石为交代霞石之产物
钠长石	霞石	钠霞正长岩	钠长石、霞石
歪长石	霞石	歪霞正长岩	以歪长石为主, 占长石的 $1/5 \sim 2/3$, 其他有霞石、方解石等

收稿日期: 2000-05-22; 修订日期: 2000-12-11

作者简介: 黄强(1960-), 男, 浙江人, 教授级高级工程师, 1982 年 1 月毕业于浙江大学地质学专业, 主要从事建材非金属矿找矿、矿产应用开发。

2 中国霞石正长岩的分布与大地构造环境

据统计,中国共分布有碱性岩体 200 余个,出露面积大约为 7 700 km²,而其中含霞石正长岩类岩石的碱性岩体仅有 12 个,有 5 个霞石正长岩体分布在华北地台内,另有 5 个分布在扬子地台内,塔里木地台内 1 个。它们的产出位置严格地受到地台内深大断裂的控制,如扬子地台内的攀西裂谷是我国主要碱性岩产出带,内有会理、宁南二大霞石正长岩体。个旧霞石正长岩体也位于扬子地台边缘的小江断裂与南盘江断裂之交汇处。仅有一个永平霞石正长岩体产在活动地块——三江褶皱系内。中国的霞石正长岩多数形成于燕山期,部分岩体的同位素年龄见表 2。

表 2 部分霞石正长岩体同位素年龄统计

Table 2 Age statistics of some nepheline syenite bodies

岩体	岩性	方法	年龄(Ma)	资料来源
个旧岩体	霞石正长岩	Rb-Sr	94.3 ± 2.4	伍勤全
	霓霞正长岩	K-Ar	108.5	伍勤全
宁南岩体	霓霞正长岩	Rb-Sr	193 ~ 206	沈发奎
	二长岩	K-Ar	154.2 ± 4	沈发奎
紫金山岩体	霓霞正长岩	K-Ar	138.7 ± 4.4	沈发奎
	含霞辉长岩	K-Ar	91.2 ± 3.1	沈发奎
永平岩体	辉石正长岩	K-Ar	37	沈发奎
	云霞正长岩	K-Ar	10	林天宝
凤城岩体	响岩	K-Ar	166	范军
	粗面岩	K-Ar	184.7	范军

3 中国霞石正长岩体的岩石共生组合

霞石正长岩很少单独产出,多与其他碱性岩一起构成碱性杂岩体,与霞石正长岩共生的碱性岩具有岩石类型的多样性,最常见的伴生岩石是碱性正长岩,如粗面状碱性正长岩、似斑状碱性正长岩、粗面岩、响岩等。中国 9 个霞石正长岩体的共生岩石组合列于表 3。

表 3 中国霞石正长岩岩石共生组合

Table 3 Rock association of nepheline syenite bodies in China

岩体	岩石类型
南江岩体	1. 超基性碱性岩 { 钛铁霞辉岩 霓霞岩 磷霞岩
	2. 碱性角闪正长岩
	3. 霞石正长岩
	4. 碳酸岩
会理岩体	1. 角闪正长岩
	2. 霞石正长岩 { 霓霞正长岩 富霞正长岩 方钠霞石正长岩 角闪霞石正长岩
阳原岩体	1. 碱辉长岩
	2. 碱性正长岩
	3. 霞石正长岩
永平岩体	1. 碱性辉石岩
	2. 碱性辉长岩
	3. 碱性正长岩
	4. 霞石正长岩
凤城岩体	1. 喷出岩 { 白榴斑岩 粗面岩 响岩
	2. 霞石正长岩 { 云霞正长岩 霓霞正长岩
个旧岩体	1. 碱性正长岩
	2. 霞石正长岩
宁南岩体	1. 霓霞岩
	2. 霞石正长岩 { 暗霞正长岩 霓霞正长岩 流霞正长岩
六安岩体	1. 碱性正长岩
	2. 角闪云霞正长岩
	3. 碱闪正长岩
	4. 霓辉正长岩
安阳岩体	1. 霞石正长岩

4 霞石正长岩的矿物共生组合

霞石正长岩的矿物共生组合是非常复杂的,如凤城霞石正长岩的矿物组成达 20 余种,岩石中有种类繁多的稀有矿物。国内霞石正长岩的造岩矿物共

生组合如下。主要矿物: 钾长石、霞石、钠长石、霓石、霓辉石; 次要矿物: 黑云母、角闪石、方解石、方钠石; 副矿物: 磷灰石、榍石、磁铁矿、黑榴石、异性石、萤石等; 次生矿物: 钙霞石、方沸石、白云母。各霞石正长岩岩体的矿物共生组合见表 4, 霞石正长岩的矿物组合对岩石的经济价值影响很大, 一般说霞石正长岩

含霞石矿物越多, 经济价值越大, 国外矿业界认为具经济价值的霞石正长岩, 霞石的体积分数应 > 20%; 含暗色矿物越多其工业价值越低, 当霞石正长岩中含有一定的难熔矿物(如刚玉、锆英石)时, 就不能在玻璃工业中使用, 因此, 查清霞石正长岩的矿物共生组合, 对开发霞石正长岩矿至关重要。

表 4 中国霞石正长岩主要矿物组成表

Table 4 Mineralogy of nepheline syenite bodies in China

岩 体	南	江	宁	南	会理	凤城	阳原	个旧	永平	安阳	六安	
岩性*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
霞 石	90	20	35	55	30	25	35	25	25	20	30	5
钾长石	S	70	50	30	55	70	55	60	70	75	25	85
钠长石	—	—	5	5	5	S		5			40	
霓 石	—	—	9	10	10	1	10	10	S		5	
霓辉石	S	5				2		S		5		
普通辉石	3	S										
角闪石	—	—				N			S			8
黑云母	1	5				1			5			2
钙霞石	2	—										
方解石	4	—										
方钠石	S	—				S			S			
黑榴石	—	—	S				S			S		
铁矿物	S	S	S	S	S	1	S	6	S	S	S	S
其他矿物	S	S	S	S	S	1				S	S	S

* : 岩性。1. 磷霞岩 2. 霞石正长岩 3. 含霓霞石正长岩 4. 霓石富霞石正长岩 5. 霞石正长岩 6. 霞石正长岩 7. 霓石霞石正长岩 8. 霓石霞石正长岩 9. 霞石正长岩 10. 含霓霞石正长岩 11. 含霓霞石正长岩 12. 含霓角闪正长岩 S. 少量 N. 微量

霞石是霞石正长岩的标志矿物, 霞石的颜色具多样性, 有白色(南江), 无色(安阳、阳原、个旧), 灰色(会理、宁南、桦甸), 红色(六安), 还有一种异常的红色霞石(凤城、个旧), 这种异常颜色是由于岩石有较高的放射性元素, 霞石受辐射而成。岩石中的霞石多数呈他形粒状, 仅在个别岩体中有自形的霞石存在(宁南), 在霞石正长岩的结晶过程中, 霞石可从早期至晚期一直有晶出, 成为贯穿矿物。霞石矿物有相对固定的化学组成, 一般不受母岩成分的影响, 惟有矿物中铁的质量分数与岩石中铁的质量分数呈正相关(如图 1), 霞石是 $KAlSiO_4(Ks) - NaAlSiO_4(Ne)$ 的有限固溶体, 在国内霞石正长岩中的霞石, 该成分的变化范围是: $Ks = 16.8 \sim 24.6$, $Ne = 67.3 \sim 76.5$, 并都有 $SiO_2(Q)$ 过剩, $Q = 0.25 \sim 9.0$ 。霞石是一种相对不稳定的矿物, 容易遭受风化蚀变, 霞石常见的蚀变作用有: 方沸石化、钙霞石化、绢云母化。

长石是霞石正长岩的主要造岩矿物, 在霞石正

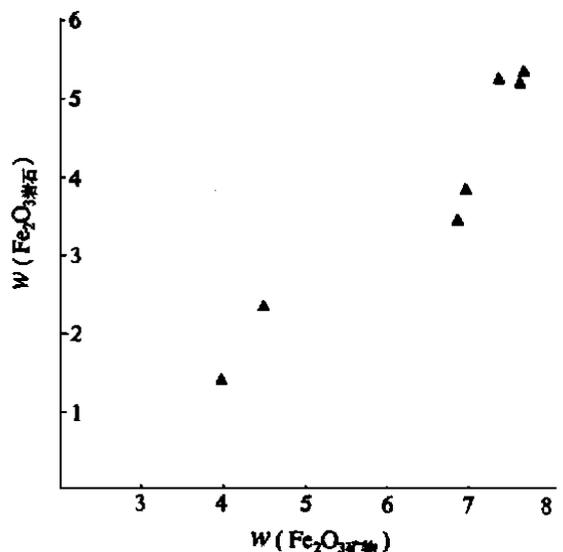


图 1 霞石正长岩与霞石 Fe_2O_3 关系图

Fig. 1 Plot showing relation of nepheline syenite to Fe_2O_3

长岩中产出的长石,几乎包含了碱性长石的所有种属,形态呈半自形板状晶者占多数,钾长石多数为微斜长石,条纹长石具有出溶成因特征,钠长石结晶一般晚于钾长石,有交代成因特征,他形晶占主导。霞石正长岩中的钾长石晶体具有中等有序度($\Delta = 0.5 \sim 0.65$),属中间微斜长石,它表明霞石正长岩岩浆是地壳深处的分异产物,而非花岗岩类岩浆结晶分异的结果。

辉石是霞石正长岩的主要暗色矿物,霞石正长岩中出现的辉石有二种,含钠普通辉石和碱性辉石。

普通辉石比较少见,南江岩体中的辉石为普通辉石。碱性辉石是霞石正长岩的常见暗色矿物,呈针状、柱状,自形晶。安阳,凤城,宁南、阳原岩体中产出霓石,永平、六安、黑应山、桦甸、个旧、紫金山岩体中产出的辉石多数是霓辉石。也有的岩体中的部分岩相所含的辉石具有环带构造,矿物中心属霓辉石,边缘过渡为霓石,如宁南、个旧岩体中,一般地讲,钠质岩石($w(\text{Na}_2\text{O}) > w(\text{K}_2\text{O})$)中产出霓石,钾质岩石产出霓辉石。几个碱性辉石矿物的电子探针分析结果列于表5中。

表5 霞石正长岩中霓(辉)石的化学成分

Table 5 Chemical analysis of nepheline in nepheline syenite

$w_B/\%$

岩体	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃ *
宁南岩体	48.61	0.91	0.49	17.49	5.96	0.85	0.00	3.02	22.71
	49.67	1.46	0.76	1.85	0.81	0.14	0.03	13.57	30.71
南江岩体	46.88	2.02	0.15	18.67	1.97	0.90	0.08	3.26	29.23
阳原岩体	48.39	0.81	0.40	6.87	0.45	2.64	0.01	9.04	31.63
个旧岩体	48.92	1.25	0.36	4.71	0.88	1.35	0.00	10.85	31.99
永平岩体	51.10	0.38	0.30	20.80	7.71	0.70	0.00	2.23	17.72
凤城岩体	52.99	0.26	1.03	2.78	1.48	0.00	0.00	13.10	30.76
安阳岩体	53.31	1.03	1.41	0.15	0.51	0.28	0.15	14.18	31.51

* 矿物中以Fe₂O₃表示全铁

表6 霞石正长岩中黑云母的化学成分

Table 6 Chemical analysis of biotite in nepheline syenite

$w_B/\%$

项目	个	旧	岩	体	南	江	岩	体	宁南岩体	永平岩体
SiO ₂	37.71	37.79	37.58	35.25	35.02	30.38	37.24	36.07	30.65	
Al ₂ O ₃	14.04	11.27	8.98	16.37	14.99	15.95	8.37	11.53	19.01	
TiO ₂	2.07	3.28	4.21	2.15	3.29	2.04	3.60	1.24	1.15	
CaO	0.21	0.08	0.00	0.00	0.06	0.02	0.11	0.00	0.02	
MgO	10.84	6.40	5.68	10.79	10.25	0.08	7.14	9.03	0.11	
MnO	1.33	2.36	3.32	0.25	0.12	0.40	1.32	0.67	1.45	
K ₂ O	9.80	9.14	9.48	9.43	9.50	8.82	7.93	9.37	8.09	
Na ₂ O	1.10	0.36	0.34	0.14	0.29	0.14	0.12	0.00	0.13	
Fe ₂ O ₃	16.17	8.05	8.98	15.85	11.64	15.29	6.68	13.11	12.67	
FeO	6.85	19.01	19.44	6.42	11.19	24.14	22.74	14.07	23.17	
Na ₂ O/K ₂ O	0.11	0.04	0.04	0.01	0.03	0.02	0.03	0.00	0.01	
Fe ₂ O ₃ /FeO	2.36	0.42	0.46	2.47	1.04	0.63	0.29	0.93	0.54	

黑云母在霞石正长岩中也常有存在,我们研究的多数霞石正长岩体中都有黑云母,并且都是富铁黑云母种属,颜色为深黑色—棕色,常围绕霓石、霓辉石、磁铁矿等矿物分布,其化学成分特征见表,一

般霞石正长岩中的黑云母 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$, $w(\text{TiO}_2)$ 偏高,氧化度较低, $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O})$ 较通常的黑云母偏高。另一个值得注意的事实是:霞石正长岩的黑云母晶体内往往有磁铁矿析出,使顺磁性的矿物表现为

铁磁性, 这一性质可以提高霞石正长岩磁选作业时对黑云母的选除率。

5 霞石正长岩的地球化学特征

我国霞石正长岩的岩石化学成分分析结果见表 7, 霞石正长岩岩石化学成分的总体情况是 $w(\text{SiO}_2)$ 约为 53%, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 一般 > 20%, $w(\text{R}_2\text{O})$ > 15%,

多数是 $w(\text{Na}_2\text{O}) > w(\text{K}_2\text{O})$, 国内产出的霞石正长岩 $w(\text{TFe}_2\text{O}_3)$ 一般 > 2%, 仅安阳岩体的霞石正长岩和南江岩体的磷霞岩的 $w(\text{TFe}_2\text{O}_3) < 2%$, 国外矿业界认为只有霞石正长岩的 $w(\text{TFe}_2\text{O}_3) < 2%$, 岩石才有可能具有工业价值。 $w(\text{TiO}_2)$ 一般与 $w(\text{TFe}_2\text{O}_3)$ 成正相关关系, 并且它们一般都同时存在于辉石、霓辉石、黑云母、榍石等矿物中, 可以与 Fe_2O_3 一起被磁选选除。表中所列霞石正长岩的平均化学成分是各岩体之数学平均成分和出露面积的加权平均值。

表 7 中国霞石正长岩岩石化学成分表

Table 7 Petrochemistry of syenite bodies in China

岩体	岩性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
个旧	含萤石霞石正长岩	52.77	0.24	21.93	2.07	1.11	0.26	2.33	6.81	10.36
	霞石正长岩	51.58	0.31	21.09	1.84	1.13	0.27	2.42	8.61	9.64
永平	霞石正长岩	54.60	0.45	18.96	3.22	2.11	1.55	3.22	2.43	11.40
南江	霞石正长岩	52.0	0.22	21.03	3.29	3.25	0.39	2.77	7.84	7.00
	磷霞岩	38.55	0.07	29.33	0.19	0.72	0.48	5.23	14.56	4.61
	磷霞岩	37.14	0.03	30.60	0.05	0.36	0.48	5.36	15.68	3.52
会理	霞石正长岩	47.83	0.35	25.77	3.63	1.87	0.49	1.60	13.33	3.48
	霞石正长岩	56.89	0.27	20.30	3.40	2.31	0.40	1.00	9.68	4.75
宁南	霓石霞石正长岩	48.66	0.40	21.58	3.74	1.56	0.80	2.88	13.68	3.60
	霓石正长岩	54.06	0.24	20.23	2.27	0.83	0.43	1.07	11.24	5.48
阳原	含霓霞石正长岩	61.82	0.23	18.32	1.61	0.97	0.33	0.70	9.08	5.04
	霞石正长岩	63.70	0.22	18.30	1.50	0.24	0.30	1.16	6.80	5.92
凤城	霞石正长岩	54.66	0.46	18.20	6.20	0.94	0.68	1.26	7.08	5.96
安阳	霞石正长岩	61.37	0.16	20.00	1.53	0.31	0.23	0.59	9.00	5.25
六安	霞石正长岩	59.30	0.92	19.81	1.62	0.91	0.36	0.00	5.88	8.40
桦甸	霞石正长岩	56.93	0.20	20.80	4.60	—	0.52	1.12	7.12	8.52
	霞石正长岩的平均成分	53.44	0.33	20.00	2.74	1.28	0.50	1.52	8.50	6.77

表 8 霞石正长岩稀土元素质量分数

Table 8 REE content of nepheline syenite

$w_{\text{B}}/10^{-6}$

岩体	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
南江	磷霞岩	14.01	22.54	2.52	10.55	2.052	0.562	1.62	0.242	1.276	0.292	0.763	0.122	0.727	0.114
	霞石正长岩	15.03	27.82	3.034	13.80	2.675	1.298	2.861	0.443	2.319	0.511	1.205	0.273	0.039	0.386
会理	霞石正长岩	18.03	26.70	2.881	9.198	2.021	0.391	1.544	0.215	1.213	0.308	0.629	0.125	0.851	0.167
	霞石正长岩	10.28	16.73	2.040	8.564	1.778	0.754	1.228	0.188	0.944	0.186	0.488	0.092	0.659	0.127
宁南	霓石霞石正长岩	24.90	39.24	4.561	17.260	3.74	1.078	3.518	0.454	3.828	0.840	2.420	0.469	3.087	0.474
	霞石正长岩	347.6	464.6	39.56	123.74	16.32	4.076	10.98	1.710	9.646	2.210	5.890	0.957	6.440	0.854
个旧	霞石正长岩	71.56	87.79	6.071	18.87	1.678	0.459	1.362	0.193	1.101	0.230	0.626	0.115	0.969	0.159
	碱性正长岩	308.0	377.2	29.9	90.44	11.26	2.176	6.382	0.910	5.168	1.404	3.706	0.674	4.304	0.658
六安	含霓正长岩	213.8	405.3	46.28	151.70	20.69	4.30	15.80	2.03	10.06	1.810	4.440	0.600	4.210	0.610
	霞石正长岩	220.8	308.6	26.5	88.02	11.61	2.358	7.198	1.058	5.830	1.334	3.612	0.602	4.228	0.638
永平	霞石正长岩	303.7	544.3	62.13	211.40	28.80	7.260	20.03	2.01	8.980	1.480	3.480	0.410	2.360	0.350
	含霓霞石正长岩	173.0	237.6	17.96	53.16	6.12	1.046	3.818	0.602	3.712	0.954	3.026	0.508	3.820	0.610
阳原	含霓霞石正长岩	174.0	225.6	15.71	42.10	4.922	0.678	2.948	0.480	3.302	0.994	2.966	0.508	3.820	0.670
	含霓霞石正长岩	191.0	290.24	24.68	77.64	10.28	0.830	6.438	0.968	6.188	1.392	4.006	0.680	4.766	0.714
凤城	霞石正长岩	121.7	182.9	17.48	48.62	5.860	1.790	4.770	0.560	2.590	0.500	1.250	0.180	1.230	0.250

稀土元素在岩石中分布广泛而又稳定,在地质作用过程中它能记录地质体的成因信息,国外学者统计过世界各地 144 个霞石正长岩样品的轻重稀土元素的比值是 24.34,稀土元素分布模式(球粒陨石)属富轻稀土的平滑型模式。国内霞石正长岩的稀土元素含量分析结果见表 8。样品总的属富轻稀土的平滑模式,仅阳原岩体的 3 个样品有轻微的铕负异常($\delta(\text{Eu}) < 0.5$),会理和南江岩体各有 1 个样品呈现轻度的铕正异常($\delta(\text{Eu}) > 0.5$),这一特征显示霞石正长岩是原始地幔岩浆结晶成因。

6 结束语

霞石正长岩是一种稀有岩石,主要分布在地台

区的深大断裂带内,造岩矿物主要有霞石、长石、碱性辉石、黑云母、角闪石等,化学成分以富铝、富钾、富钠、贫硅为特征,稀土元素表现为富轻稀土的平滑型模式。国外矿业界认为霞石正长岩只有霞石 $Q > 20\%$, $w(\text{TFe}_2\text{O}_3) < 2\%$ 才有可能成为有工业价值的矿床。

参考文献:

- [1] 邱家骥. 岩浆岩岩石学[M]. 北京:地质出版社, 1985.
- [2] 伍勤全, 刘清莲. 个旧含锡花岗岩的成因演化及成矿[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1986, (3).
- [3] 施泽民. 康滇大陆裂谷带碱性岩地质特征的初步研究[J]. 攀西地质, 1983, (1).

GEOLOGICAL FEATURES OF NEPHELINE SYENITE IN CHINA

HUANG Qiang, DI Su-mei

(*Geological Engineering Institute, the state Building Materials Bureau, Beijing, 100010, China*)

Abstract: The paper presents distribution of nepheline syenites and their tectonic settings, rock assemblages, mineral associations and geochemical characteristics, discusses the relationship between the mineralogical characteristics of main minerals and their host rock. The requirement for industrial use of nepheline syenite are also given out.

Key words: nepheline syenite; rock assemblages; mineral association; geochemistry; China