

甘肃龙首山超基性岩带含矿岩体主造岩 矿物化学特征研究

李国华,王大伟,张术根

(中南大学资源环境与建筑工程学院,湖南长沙410083)

摘要:对甘肃龙首山超基性岩带含矿岩体的主造岩矿物——橄榄石、辉石,进行了矿物化学特征分析;比较了金川岩体与外围岩体在矿物化学特征方面的异同。通过研究,龙首山超基性岩带的岩体中,五号异常岩体与金川岩体极为相似,有望在深部寻找到金川式铜镍硫化物矿床。

关键词:龙首山;超基性岩带;橄榄石;辉石;矿物化学

中图分类号:P588.12⁺5;P575.1

文献标识码:A

文章编号:1001-1552(2000)02-05

1 成岩成矿地质背景简述

甘肃龙首山超基性岩带产于阿拉善地台南缘龙首山构造带中,南邻祁连早古生代褶皱系的北祁连褶皱带,北依准噶尔晚古生代褶皱系。带内地层有前长城系、长城系、蓟县系墩子沟群、震旦系烧火筒群、寒武系韩母山群及零星分布的上古生界及中新生界。带内岩浆活动以花岗岩类最为发育,其次为超基性岩侵入体。带内的构造变形依据圈层结构可分为下、中、上三个构造层,分别对应成岩成矿前、成岩成矿期、成岩成矿后构造。

2 岩带主要特征及时空分布

龙首山超基性岩带可划分为西、中、东三段,西段以藏布台岩体为代表,包括青井子、道卜头、马莲井北、苏大板以及中部的后山、青石窑等岩体;中段以金川岩体为代表,包括五号异常、塔马子沟、墩子沟、毛草泉、西井等岩体;东段以小口子岩体为代表,包括东水崖子、碾磨山、大口子和大口子东岩体。

岩体呈墙状、脉状及岩株状产出,断续散布于龙首山构造带中,共有大小岩体120多个,空间上呈群呈带展布,可划分为南北两个岩带,20个岩体群,每个群一般由2到6个小岩体组

收稿日期:2000-01-10;改回日期:2000-02-28

基金项目:得到教育部博士点基金(98053301)资助。

作者简介:李国华(1966-),男,江西南康人,在读博士。

成,个别多达60多个。北带沿龙首山构造带北侧分界断裂展布,长约90 km,包括金川、青石窑、青井子、藏布台等主要岩体;南带沿龙首山构造带南侧分界断裂展布,长约20 km,包括东水崖子、小口子、大口子等主要岩体。

3 主造岩矿物化学特征

金川超基性岩体的主造成岩矿物为橄榄石、辉石,少量斜长石和角闪石,主要副矿物为尖晶石、磁铁矿和钛铁矿。龙首山超基性岩带中的其它岩体的矿物组合与金川岩体相似。

3.1 橄榄石

金川岩体中的橄榄石赋存于纯橄榄岩、含二辉橄榄岩、二辉橄榄岩、橄榄二辉岩和二辉岩中,均呈堆晶矿物出现,普遍受到不同程度的热液蚀变,以蛇纹石化为主。金川外围岩体中的橄榄石也赋存于不同的岩石中。橄榄石的代表成分和结构见表1。

表1 橄榄石的代表成分和结构式
Table 1 Representative compositions and structural formulas of olivine

岩体	金川超基性岩						5号异常岩体				
	纯橄岩		含辉橄岩		斜辉橄岩						
样号	最小	最大	最小	最大	最小	最大	11	12	13	14	15
SiO ₂	28.98	40.43	38.61	40.50	39.17	40.51	40.00	38.15	38.20	38.70	38.33
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.11	0.07	0.00	0.00	0.10	0.00
TiO ₂	0.00	0.07	0.00	0.05	0.00	0.08	0.13	0.00	0.00	0.02	0.00
CaO	0.00	0.02	0.00	0.07	0.00	0.15	0.24	0.05	0.00	0.08	0.00
FeO	13.66	18.53	13.23	19.85	14.39	20.28	20.83	21.90	21.39	22.66	22.32
MgO	42.28	45.52	44.39	46.43	41.56	46.03	39.67	39.54	39.33	38.98	40.16
MnO	0.10	0.26	0.02	0.31	0.08	0.34	0.09	0.21	0.12	0.29	0.27
NiO	0.06	0.28	0.06	0.28	0.00	0.24	0.13	0.22	0.11	0.14	0.17
总计	99.23	100.23	98.54	101.20	99.61	101.29	99.16	100.07	100.15	101.99	101.25
Si	0.993	1.005	0.991	1.005	0.991	1.005	0.991	0.991	0.992	0.989	0.936
Cr	—	—	—	0.001	—	0.002	—	0.000	0.000	0.002	0.000
Ti	—	0.010	—	0.001	—	0.002	—	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	—	0.010	—	0.001	—	0.004	—	0.001	0.000	0.002	0.000
Fe	0.287	0.395	0.276	0.426	0.298	0.429	0.298	0.478	0.486	0.484	0.480
Mg	1.606	1.707	1.585	1.723	1.587	1.700	1.587	1.531	1.523	1.523	1.539
Mn	0.002	0.006	0.001	0.007	0.002	0.007	0.002	0.005	0.003	0.006	0.006
Ni	0.003	0.005	0.002	0.006	—	0.005	—	0.005	0.002	0.003	0.004
总计	2.990	3.004	2.996	3.009	2.988	3.008	2.988	3.009	3.007	3.010	3.014
FO	80.27	85.59	78.82	86.19	78.50	85.14	78.50	76.01	75.70	75.44	76.01
FA								23.64	24.17	24.02	23.70

注:金川岩体资料据苟国朝等 1990; 5号岩体异常数据分析单位:法国 BRGM 公司

从表1中可以看出,金川岩体橄榄石的成分 Fo (镁橄榄石) 为 78.50% ~ 86.19%, 属于贵橄榄石。五号异常岩体橄榄石的成分 Fo 为 75.44% ~ 76.59%, 相应的, Fa (铁橄榄石) 为 22.68% ~ 24.17%, 属贵橄榄石。相比之下,金川岩体橄榄石的镁质含量较高。金川岩体橄榄石的 NiO 含量为 0.00% ~ 0.30%, 且 Fo 值随橄榄石中 NiO 的含量的增加而增加; 五号异常岩体橄榄石的 NiO 含量为 0.11% ~ 0.22%, Fo 值也随橄榄石中的 NiO 含量的增加而增加。

金川岩体橄榄石的 Cr₂O₃、TiO₂、CaO、MnO 含量较五号异常岩体的含量低。

3.2 辉石

金川岩体的各类岩石均为单斜辉石 (Cpx) 和斜方辉石 (Opx) 两种辉石共存的岩石。但岩石中的大部分单斜辉石已转变成了角闪石。辉石在岩石中具有自形粒状镶嵌结构、包含(嵌晶)结构,少数具有堆积结构。单斜辉石和斜方辉石的代表成分和结构式见表 2。

表 2 单斜辉石 (Cpx) 斜方辉石 (Opx) 成份特征 (%) 和结构式
Table 2 Compositions (%) and structural formulas of clinopyroxene and enstatite

岩体	金川超镁铁质岩				5 号异常岩体				青井子岩体	
	单斜辉石		斜方辉石		单斜辉石 (2)		斜方辉石 (2)		单斜辉石 (11)	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
SiO ₂	51.04	56.40	54.98	57.01	51.60	61.76	54.50	54.71	49.14	51.26
TiO ₂	1.26	3.67	0.21	2.76	0.339	0.367	0.279	0.327	0.349	0.912
Al ₂ O ₃	0.27	0.90	0.00	0.58	3.405	3.554	2.664	2.675	3.643	5.644
Fe ₂ O ₃					2.888	3.245	0.00	0.00	0.663	3.2274
Cr ₂ O ₃	0.10	1.31	0.00	0.57	1.080	1.134	0.441	0.563	0.449	1.076
FeO	3.88	9.19	8.82	11.01	3.222	4.064	10.992	11.342	2.899	5.906
MnO	0.00	0.29	0.10	0.28	0.000	0.220	0.146	0.223	0.023	0.167
NiO	0.00	0.05	0.00	0.02	0.000	0.000	0.000	0.076	0.000	0.111
MgO	15.44	30.65	30.13	33.19	17.287	17.595	28.384	28.761	13.593	15.899
ZnO					0.000	0.144	0.015	0.071	0.000	0.110
CaO	16.57	22.28	0.02	2.26	19.59	19.79	2.076	2.198	20.281	23.225
K ₂ O	0.00	0.05	0.00	0.02	0.006	0.008	0.000	0.012	0.000	0.019
Na ₂ O	0.02	0.74	0.00	0.04	0.369	0.469	0.039	0.054	0.199	0.445
总计	98.65	100.61	98.40	101.24	100.95	101.20	100.14	100.41	98.71	100.96
Si	1.888	1.963	1.933	1.995	1.868	1.879	1.993	1.993	1.812	1.893
Al	0.053	0.1557	0.009	0.113	0.121	0.132	0.067	0.067	0.107	0.188
Ti	0.007	0.025	-	0.016	0.009	0.010	0.007	0.009	0.010	0.025
Fe ₃					0.078	0.088	0.000	0.000	0.018	0.089
Zn					0.000	0.004	0.000	0.002	0.000	0.003
Cr	0.003	0.038	-	0.016	0.031	0.033	0.012	0.016	0.013	0.031
Fe ₂	0.119	0.273	0.254	0.326	0.098	0.124	0.325	0.336	0.089	0.183
Mn	-	0.009	0.003	0.008	0.000	0.007	0.004	0.007	0.001	0.006
Mg	0.875	1.622	1.580	1.706	0.935	0.949	1.501	1.515	0.747	0.875
Ca	0.049	0.870	0.001	0.084	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	0.003
Na	0.001	0.053	-	0.003	0.026	0.033	0.003	0.004	0.014	0.028
K	-	0.002	-	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.00	0.001
Ni	-	0.005	-	0.006	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003
总计	3.991	4.021	3.932	4.037	4.000	4.000	4.000	3.996	4.000	4.000
Wo					41.831	42.285	4.118	4.328	43.134	51.545
En					51.352	52.302	78.322	78.779	42.287	47.376
Fs					5.413	6.817	16.893	17.559	4.858	9.031

注:金川岩体的资料据荀国朝等 1990; 其它数据的分析单位:法国 BRGM 公司

在辉石四边形图解中,单斜辉石落在透辉石—顽透石区,斜方辉石落在古铜辉石区 [1995, 汤中立等]。从表 2 中可以看出,不同样品的单斜辉石晶体中 Ca/Mg 比值有较大的变化, Mg/Fe 比值也有变化。斜方辉石的 En 值为 80.50%~85.10%, 而且 Wo 值为 0.1%~4.4%, 其 Ca/Mg 比值也有变化。在 Cpx 与 Opx 之间, Mg/(Mg+Fe) 比值呈线性相关, Opx 越富镁, 与之共存的 Cpx 也越富镁; 在橄榄石 (Ol) 与 Cpx 和 Opx 之间 Mg/(Mg+Fe) 亦呈线性相关 [1990, 荀国朝等]。这表明, 橄榄石、斜方辉石和单斜辉石 3 种矿物之间呈平衡结晶关系。硅酸盐矿物中

Mg/(Mg + Fe)比值的这种变化反映出发生结晶作用的岩浆熔体中 Mg/(Mg + Fe)的变化,并且与结晶作用密切相关。金川岩体橄榄石、辉石的化学特征表明,岩体首先结晶分异的岩石是纯橄榄岩和含二辉橄榄岩,紧接着是二辉橄榄岩和斜长二辉橄榄岩。

对龙首山超基性岩带的其他岩体采样测试,青井子岩体和五号异常岩体的分析结果(表2)较为理想。

从表2中可以看出,五号异常岩体中有单斜辉石和斜方辉石共存,而青井子岩体只有单斜辉石,不见斜方辉石。五号异常岩体中同一样品的不同单斜辉石晶体的 Ca/Mg 比值变化较小,斜方辉石的 En 值为 78.32% ~ 78.78%,Wo 值为 4.12% ~ 4.33%。与金川岩体单斜辉石和斜方辉石的化学特征相比,虽有一定的差异,但差异不大。这表明,五号异常岩体的辉石与金川岩体的辉石相似;而青井子岩体的辉石与金川岩体的辉石有较大的差异。

4 讨 论

金川岩体的矿物化学特征有比较详细的资料,而其外围岩体的矿物化学特征资料很少。为了便于对比,作者在野外工作中尽可能多采集相关样品。在金川外围岩体中由于受客观条件限制,只能采取到地表样品。而地表样品蚀变、风化比较强烈。因此,虽然分析了不少样品,但真正能用于说明问题的却很少。由于上述原因,本文在分析讨论橄榄石的矿物化学特征时,仅采用了 Fo、Fa 值和 NiO 的含量;在分析讨论辉石的矿物化学特征时仅采用了 En 值、Wo 值以及 Mg/Fe 比值。希望后续工作中加强针对外围岩体的工作,同时注意这一问题。

5 结 论

已有的测试表明,在矿物化学特征上,五号异常岩体的橄榄石和辉石与金川岩体的橄榄石和辉石相似;其他岩体的辉石与金川岩体的辉石有较大差异;同时,金川岩体与五号异常岩体有相似的结晶分异过程,即首先是纯橄榄岩,含二辉橄榄岩,紧接着是二辉橄榄岩和斜长二辉橄榄岩。因此,应加强五号异常岩体深部地质找矿工作,并完全有可能寻找到金川式铜镍硫化物矿床。

参考文献:

- 1988 游振东,王方正. 变质岩岩石学教程. 武汉:中国地质大学出版社.
- 1990 荀国朝,任端进,哲尼克·圆,蒂埃里·奥热. 金川超镁铁杂岩体中硅酸盐和氧化物的矿物化学特征[J]. 甘肃地质, (11):43 ~ 70.
- 1991 邱家骥,林景仟. 岩石化学[M]. 北京:地质出版社.
- 1995 汤中立,李文军. 金川铜镍硫化物(含铂)矿床成矿模式及地质对比[M]. 北京:地质出版社.

STUDY ON MINERAL - CHEMISTRY FEATURES OF THE MAIN ROCK - FORMING MINERALS OF MINERALIZED ROCK BODIES IN THE LONGSHOUSHAN ULTRABASIC ROCK BELT

Li Guo - hua , WANG Da - wei , ZHANG Shu - gen

(College of Resource , Environment and Civil Engineering , Central South
University of Technology , Changsha 410083 , China)

Abstract : This paper started from olivine and pyroxene , the main rock - forming minerals of mineralized rock bodies in the Longshoushan ultrabasic rock belt , to their mineral - chemistry features and emphasized on the difference and similarity between the Jingchuang rock body and the surrounding rock bodies. Through study , we found that the No5 anomaly rock body and the Jingchuang rock body were similar in the mineral - chemistry features of olivine and pyroxene. So , we regarded that the No5 anomaly rock body was very similar to the Jingchuang rock body. It is possible that the copper - nickel sulfide deposit of Jingchuang type could be found under the lower part of the No5 anomaly rock body.

Key words : Longshoushan ; ultrabasic rock belt ; olivine ; Pyroxene ; mineral - chemistry features