帘石化；单斜辉石呈自形-半自形短柱状，含量在30%～40%之间部分发生纤闪石化，褐色角闪石常呈他形产出在单斜辉石周围，含量小于5%。

橄榄辉石岩为粒状堆晶结构，致密块状构造。局部岩石极为破碎，发生强烈蚀变，沿裂隙面可见少量的黑云母。主要矿物为橄榄石、透辉石。橄榄石发生强烈的蛇纹石化和绿泥石化，沿裂隙发生强烈铁质析出。斜长石基性程度较高，部分斜长石发生强烈钠黝帘石化，可见长石的聚片双晶。

橄榄岩相岩石分布于岩体的中部，呈透镜状，比辉长岩岩相的岩石蚀变更加强烈，岩石强烈破碎，沿岩石的破裂面岩石发生强烈的绿泥石化、褐铁矿化。在橄榄岩相岩石中可见晶形较好的，粒度2mm左右的金云母颗粒存在。主要的岩石类型为方辉橄岩、二辉橄榄岩、纯橄岩。

方辉橄榄岩呈灰黑色，风化面为铁锈色，粒状堆晶结构，主要矿物由橄榄石（50%～60%）和斜方辉石（25%～40%）组成，含有少量的单斜辉石(5%)、斜长石（5%）、角闪石和金属矿物。已有探槽揭露方辉橄榄岩较破碎，岩裂隙面发生强烈的绿泥石化。橄榄石呈椭圆粒状，为中粗粒，裂理较为发育，其边缘和裂理发生蛇纹石化蚀变，伴有铁质析出，残留的橄榄石的颗粒边缘圆化；斜方辉石呈半自形-自形短柱状，沿橄榄石的裂隙进行充填，在颗粒较大、晶形较好的辉石晶体可见包裹橄榄石和斜长石现象，辉石普遍发生纤闪石化、蛇纹石化。斜长石呈他形，普遍发生钠黝帘石化。

二辉橄榄岩呈灰黑色，中-细粒结构，主要成分为橄榄石（40%）、斜方辉石（25%）、单斜辉石(20%)、斜长石（5%～10%）。橄榄石普遍发生蛇纹石化蚀变，边缘和裂隙周围铁质析出强烈，见可见普通辉石包橄榄石现象，斜长石普遍发生钠黝帘石化蚀变。

纯橄岩岩石呈浅黄绿色，表面风化色为墨绿-深黑色，粒状堆晶结构，块状构造。其组成矿物除了橄榄石外，还有极少量单斜辉石，裂隙铁质析出强烈。橄榄石发生较强烈的蛇纹石化而成网状结构，残留的橄榄石粒度一般小于0.5mm；单斜辉石显示纤闪石化，仅有少量的新鲜残余；含有少量的铬尖晶石分布于橄榄石或硅酸盐矿物之间，未发生蚀变，大多数纯橄岩蚀变为蛇纹岩。

硫化物主要为黄铁矿、雌黄铁矿，多呈星点状、浸染状分布于橄榄石颗粒或蚀变辉石颗粒中。在地表可见次生风化作用形成由孔雀石与褐铁矿（柴凤梅等，2006；姜常义等，2006，2009；唐冬梅等，2009）。

## 2 矿物成分特征

吐尔库班套岩体橄榄石主要赋存于橄榄岩相岩石中，为贵橄榄石。岩体中二辉橄榄岩中橄榄石 $Fo$ 值在84～85之间，为贵橄榄石，NiO的含量集中在0.17%～0.35%之间，MnO含量在0.15%～0.25%之间变化，$Fo$ 与NiO显示弱的正相关，与MnO未显示出相关性；在橄榄辉石岩中，橄榄石 $Fo$ 值变化不大，多数集中在在85左右，为贵橄榄石，NiO的含量集中在0.2%～0.35%之间，MnO含量在0.15%～0.25%之间，$Fo$ 与NiO和MnO未显示出较好的相关性。

辉石为单斜和斜方辉石两种类型，赋存于辉长岩相和辉橄岩相的岩石中。橄榄辉石岩样品中斜方辉石端元组分为 $En_{82\sim85}Fs_{13\sim14}Di_{1\sim4}$，为古铜辉石；单斜辉石端元组分为 $En_{45\sim49}Fs_{5\sim6}Di_{44\sim49}$，为透辉石。在单斜辉石的 $SiO_2$-$Al_2O_3$ 图解中，所有的单斜辉石都位于亚碱性岩区，表明其原生岩浆属于亚碱性系列。

长石主要为斜长石，出现于各类岩石中，仅含量有所差别。在辉长闪长岩样品中，长石组分为 $An_{49.28\sim77.22}Ab_{22.78\sim50.72}$，主要分为倍长石和拉长石。

吐尔库班套岩体全岩样品测试结果分析表明，$Al_2O_3$ 值在2.43～19.92，平均值为11.68，变化范围较大。MgO含量介于2.18～42.44，变化范围很大，且随岩石的基性程度增加而增加。TFeO（$FeO+Fe_2O_3$）含量变化范围为3.64～15.49，平均值为8.78。CaO含量介于0.46～12.56，变化较大，平均值为6.61。$Na_2O$ 含量介于0.01～4.44，变化不大，平均值为1.54。$K_2O$ 含量介于0.01～2.81，平均值为0.45。$TiO_2$ 含量介于0.04～1.02之间，平均值为0.54。$P_2O_5$ 和MnO含量相对稳定，分别介于0.01～0.46、0.08～0.24，平均值分别为0.06、0.15。$m/f$ 值和样品的投图表明，吐尔库班套镁铁质-超镁铁质岩体基性岩以铁质为主，超基性岩为镁质。

## 3　岩浆演化

镁铁-超镁铁岩浆演化主要受壳源混染和结晶分异的作用，主要表现在岩相分带、矿物含量以及成分的变化上（Maier et al，2000；Roeder et al，1970；sarkar et al，2008；苏本勋等，2009，2010）。吐尔库班套镁铁-超镁铁岩体具有明显的岩相分带现象，各岩相之间呈渐变过渡关系。所有岩石呈现出相似的特征，全岩的主量元素、微量元素具有连续变化特征以及相似的配分形式：稀土元素配分曲线均呈右倾型，为轻稀土富集型；大离子亲石元素富集，Nb 和 Ta 亏损；稀土元素总量随基性程度的增高显示降低的趋势。因此在岩石学和地球化学上吐尔库班套岩体具有结晶分异的特征。而该岩体的大离子亲石元素含量，以及 Eu、Gd 异常的变化等说明壳源混染的痕迹。

结晶分异过程是岩浆在冷却过程中结晶出矿物不断与残余熔体分离的过程，所以不同岩相中矿物之间的相互关系和成分变化可以更直接地反映结晶分异过程（Sarkar et al. 2008）。吐尔库班套岩体中的岩石具有典型的包含结构，在橄榄岩相和辉橄岩相中可见晶形较好、粒度较大的单斜辉石和斜方辉石包裹浑圆状的橄榄石和板柱状的斜长石；单斜辉石多已发生纤闪石化及绿泥石化蚀变，斜方辉石相对于单斜辉石的蚀变程度较低，自形程度较好，主要发生蛇纹石化蚀变；斜长石多呈他形填隙于橄榄石颗粒之间，也可见包裹辉石及被辉石包裹，表明橄榄石颗粒先结晶，而斜长石在整个岩浆演化过程中表现出连续的结晶。在基性程度的较高的橄榄岩相岩石中，可见到自形程度较好的金云母颗粒存在。单斜辉石发生强烈的纤闪石化蚀变，而主要的堆晶矿物橄榄石则相对新鲜，仅发育网络状蛇纹石化蚀变。这些岩石学和矿物学特征均表明吐尔库班套岩体经历了堆晶后的蚀变反应。富水的熔体/流体与单斜辉石反应形成角闪石/纤闪石，与橄榄石反应形成蛇纹石，金云母的出现可能是反应后残余熔体流体结晶的产物。说明岩体堆晶作用后受到后期蚀变作用的影响。

通过对吐尔库班套镁铁-超镁铁岩体的岩石学和矿物学研究，说明吐尔库班套岩体受结晶分异作用的控制，伴有壳源物质的混染，并且发生了堆晶作用后的蚀变反应。在该地区矿化现象微弱，局部见有星点状、浸染状矿化，成矿潜力有待进一步评价。

## 参考文献（References）：


柴凤梅，张招崇，毛景文，等．中天山白石泉镁铁—超镁铁质岩体岩石学与矿物学研究［J］．岩石矿物学华志，2006，25（1）：1-10.

姜常义，程松林，叶书锋，等．新疆北山地区中坡北山北镁铁质岩体地球化学与岩石成因［J］．岩石学报，2006，22（1）：115-120.

姜常义，夏明哲，钱壮志，等．新疆喀拉通克镁铁质岩体群的岩石成因研究［J］．岩石学报 2009，25（04）：749-758.

苏本勋，秦克章，唐冬梅，等．新疆北山地区坡十镁铁—超镁铁岩体的岩石学特征及其对成矿作用的指示[J]．岩石学报，2011，27（12）：3635-3637.

苏本勋，秦克章，孙赫，等．新疆北山地区红石山镁铁—超镁铁岩体的岩石矿物学特征：对同化混染和结晶分异过程的启示［J］．岩石学报，2009，25（4）：874-875.

唐冬梅，秦克章，孙赫，等．天宇铜镍矿床的岩相学、年代学、地球化学特征：对东疆镁铁一超镁铁质岩体源区和成因的制约［J］．岩石学报，2009b，25（4）：817-826.

Maier W D，Arndt N T and Curl E A. Progressive crustal contaminatinu of the Bushveld complex Evidence from Nd isotopic analysis of the cumulate rocks［J］. Contributions to Mineralogy and Petrology，2000，140：316-327.

Roeder P L and Emslie R F. Olivine-liquid equilibrium［J］. Contributions to Mineralogy and Petrology，1970，29：275-289.

Sarkar A，Ripley E M，Li C S，et al. Stable isotope，fluid inclusion，and mineral chemistry constraints on contamination and hydrothermal alteration in the Uitkomst Complex，South Africa［J］. Chemical Geoloy，2008，257：139-138.

文章编号：1009-6248(2012)增刊-0102-03

# 塔里木南缘几克里阔勒镁铁-超镁铁岩体地球化学特征及成矿前景

范亚洲[1]，王垚[1]，夏昭德[1,2]

（1. 长安大学地球科学与资源学院，陕西 西安 710054；
2. 西部矿产资源与地质工程教育部重点实验室，陕西 西安 710054）

几克里阔勒镁铁-超镁铁岩体位于塔里木南缘几克里阔勒乡 110°方向约 2.5 km，岩体侵位于下石炭统满达拉恰普组第三段之中，出露面积约 0.5 $km^2$。岩体形状呈不规则的透镜状，大致呈东西方向展布，岩体产状北界由于第四纪覆盖而不清，南界产状为 340°∠75°。西部露头长 800 m，宽 30～80 m，岩体大致呈北西西向展布，平面上呈梭状，岩体西部南界产状 30°∠70°。该岩体大致沿断层南侧侵入于下石炭统满达拉恰普组第三段（$C_1m^3$）之中，其后又被华力西晚期第二侵入次石英闪长岩侵入，超基性岩体呈捕掳体状包于石英闪长岩中，局部被石英闪长岩切割、穿插、同化和破坏。岩体接触带上辉石多已蚀变为透辉石，并有碳酸岩脉贯入，后期的构造活动，常沿接触带发育成破碎带，其围岩石英闪长岩边部常见细晶岩带，东部可见石英闪长岩呈脉状侵入超基性岩体中。岩浆分异属中等，岩相分带较简单。东部岩体主要为含长云母橄榄岩相；西部岩体的东段为含长云母橄榄岩相，中段为蛇纹石化橄榄岩相，西段边缘为单辉橄榄岩相（东昆仑山阿羌乡地区 1∶5 万区域地质调查，1987）。

## 1 岩相学及造岩矿物晶体化学

通过野外调研及室内薄片鉴定，其岩石类型有纯橄岩、单辉橄榄岩、橄榄辉石岩、含长橄榄二辉岩、单辉辉石岩，暗色辉长岩、淡色辉长岩。岩石蚀变非常强烈，各类岩石中橄榄石几乎全部蛇纹石化，辉石多已纤闪石化，斜长石也发生钠黝帘石化。各类岩石中均含有一定量的黑云母。

笔者对各类岩石中的橄榄石、单斜辉石、斜方辉石及斜长石做了大量的电子探针工作。橄榄石 Fo 为 80.70～91.49，为贵橄榄石及镁橄榄石；斜方辉石的 En 为 80.33～91.36，平均为 84.32；Fs 为 8.60～17.95，平均为 13.71；Wo 为 0.04～3.54，平均为 1.98；多为古铜辉石。单斜辉石的 En 为 46.82～67.85，平均为 55.11；Fs 为 3.21～12.14，平均为 7.84；Wo 为 28.94～46.37，平均为 37.05；多为普通辉石。斜长石 An 为 20.82～53.64，Ab 为 46.23～76.52，Or 为 0.13～3.57，多为中长石。

## 2 岩石地球化学

除一件淡色辉长岩样品的 $SiO_2$ 为 55.68%，属中性岩，其余样品的 $SiO_2$ 介于 40.10%～51.92%，属超基性-基性岩类。纯橄岩样品 TFeO、$TiO_2$、$Al_2O_3$、CaO 含量较低（TFeO = 7.81%～8.72%，$TiO_2$ = 0.05%～0.10%，$Al_2O_3$ = 1.21%～3.39%，CaO = 0.39%～1.17%），MgO 含量较高，为 36.65%～37.78%，$Mg^{\#}$ = 86.58～90.30，其 m/f = 8.60～9.31，为镁质超基性岩。单辉橄榄

收稿日期：2012-10-20

作者简介：范亚洲（1988-），男，硕士研究生，矿物学、岩石学、矿床学专业。E-mail：yazhouf@163.com