

矿物学论文集

为第一届全国矿物学学术会议撰写

地质部矿床地质研究所

一九八一年十一月

前 言

我所为一九八一年十一月在长沙市召开的“第一届全国矿物学学术会议”提供了论文四十五篇，共约三十五万余字，现汇编成册。

论文集内容包括矿物译名意见、矿物学（包括新矿物）的研究及矿物分离与测试方法、成因矿物学、实验矿物及矿物物理与测试仪器介绍等方面。

由于时间急促，本论文集中可能存在着不少缺点错误，敬请阅者鉴谅，欢迎批评指正。

地质部矿床地质研究所

一九八一年十一月

对修订汉译矿物名称的意见

蒋 溶 赵春林 李学山

汉文矿物名称中,除在解放后中国矿物学工作者所发现的近百个新矿物种和变种等而外,其余数以千计的矿物名称几乎都是从外文翻译出来的。旧中国在30年代中曾经出版“矿物学名词”,其中包括矿物名称。解放后,1951年政务院学术名词统一工作委员会自然科学组的矿物名词组作了矿物学名称的审订工作,继于1954年出版了中英和英中对照的《矿物学名词》。1970年科学出版社印出了包括几千个矿物名称在内的《英汉综合地质学词汇》,词汇所搜罗的矿物名称较多,译订亦颇严谨,现已成为我国岩矿、地质及有关工作人员手头必不可少的工具书籍。

60年代后,我国对矿物名称的审订工作迄未继续进行,而二十余年来在国际矿物刊物上登载的新资料和新的矿物种已数以百计,汉译矿物名称亟待参照这些资料加以补充修正,我国矿物工作同志已先后在有关会议上提出了开展矿物名称整理工作的种种意见。我们自1980年起参与了地质部地质书刊编辑部组编的《地质名词字典》中矿物名称部分的编写工作,也深觉有重新召开矿物名称审订会议进行修订工作的必要,还感到中国科学院1954年出版的矿物学名词书首的序例符合汉文译名要求,至今仍然可以遵循。我们认为旧译名称中违反这些条例者应予改正。在整理矿物名称工作中,我们引用了该序列,补充以有关同志的意见。制订了若干条守则,根据这些守则,衡量过去译名。发现了近一千个左右矿物名称应予改订,其中绝大多数因习用关系可保留原译名字,但约有200几十个名称必须更换。由于这是少数人的看法,很不全面,错误遗漏一定不少,希望能在有关会议上拟定原则,并组成矿物名称审订委员会,进行审订工作。

截至1980年底为止,我们已经搜罗到的矿物名称总数约有17000余个(主要参阅了Hey, Strunz, Fleischer等人的有关著作),其中独立的矿物种约占总数18%,变种约占6%,异体不及1%,同义词约占59%,名字的原拼约占2%,混合矿物约占2%,误拼的名称约占5.5%,矿物族名和类名约占1%,其它包括化学、炼丹、冶金、商业、宝石名称约占5%。这些名称中尽管真误不同,却经常杂见于新旧文献之中。因此,编辑矿物字典必须兼收并蓄,力求没有遗漏,借以略减查考者翻遍群书之烦。当然,不同性质的矿物名称必须分别注上符号或标志,以资辨别,如:矿物种名的右上角记以(Sp)(包括异体、原拼等),变种名称的右上角记以(V),同义词记上(S),混合矿物一般在词头加“杂”字作为前缀,误拼的名称右上角加(R),商业矿物名称记以(C),化学名称记以(Ch),冶金名称记以(A),宝石记以(J)。

在考虑如何翻译这些名称之前,必须收集数十年来发表在有关刊物上的矿物新资料(约500条)以及已经公认(主要由IMA决定)废弃的矿物名称(约260余个),来补充和修

改旧的矿物鉴定和描述，但在废弃了的矿物名称中有许多还作为同义词至今依然沿用的仍应保留，如：

- + Hanleite (= Uvarovite) 钙铬榴石
- + Ascharite (= Szaibelyte) 硼镁石
- + Rogersite (= Weinschenkite) 针磷钇铈矿
- + Yokosukaite (= Nsutite) 恩苏塔锰矿等等

守则的要点如下：

I. 尽量保留习用名称，不正确的则另予拟订如长石、辉石、云母等造岩矿物和黄铜矿、黄铁矿等矿石矿物名称，绝大多数均应保留，但如下列矿物名称则必须改译。

原 名	旧 译	改 译
Amesite	(镁绿泥石)	铝镁蛇纹石
Alstonite	(碳酸钙钡矿)	钡霏石
Aphrite	(磷方解石)	石膏状霏石
Ascroftin	(钾杆沸石)	碱性钙钇石
Bazzite	(铁硅铈矿)	铈绿柱石
Bavenite	(硬沸石)	硬羟钙铍石
Berthierin	(磁绿泥石)	镁铁蛇纹石
Grovsite	(锰镁绿泥石)	锰镁蛇纹石
Hastingsite	(绿钠闪石)	绿钙闪石
Hectorite	(锂蒙脱石)	锂皂石
Sauconite	(锌蒙脱石)	铈皂石
Stevensite	(富镁蒙脱石)	富镁皂石
Tripestone	(弯硬石膏)	叶重晶石
Loparite	(铈铋钙钛石)	铈钙钛矿

II. 很多译名的前段用以表示矿物所含的重要元素(或冠以物理性质状词)，其后接以矿物所属族类名称，就能较清晰地给人以该矿物的成分和构造概念，便于记忆。

我们着重根据 Strunz 矿物的分类进行汉译，例如：

1. 皂石族矿物

原 名	旧 译	改 译
Stevensite	(富镁蒙脱石)	富镁皂石
Hectorite	(锂蒙脱石)	锂皂石
Saponite	(皂石)	皂 石
Sauconite	(铈蒙脱石，羟铈矿)	铈皂石
Medmontite	(铜蒙脱石)	铜皂石
Pimelite(Var)	(脂镍蛇纹石)	铁镍皂石

2. 蛇纹石族矿物

原 名	旧 译	改 译
Antigorite	(叶蛇纹石)	叶蛇纹石

Lizardite	(蛇纹石)	利蛇纹石
Chrysotile	(温石棉)	纤蛇纹石
Greenalite	(铁蛇纹石)	铁蛇纹石
Karyopilite		锰叶蛇纹石
Berthierin	(磁绿泥石)	镁铁蛇纹石
Amesite	(镁绿泥石)	铝镁蛇纹石
Grovasite	(锰镁绿泥石)	锰镁蛇纹石
Cronstedtite	(绿锥石)	克铁蛇纹石

3. 绿松石族矿物

原 名	旧 译	改 译
Turqucis	(绿松石)	绿 松 石
Faustite	(锌绿松石)	锌绿松石
Coeruleolaktite	(绿松石)	钙绿松石
Chalkosiderite	(磷铜铁矿)	铁绿松石
Rashleighite (= Alumo - Chalkosiderite	(绿磷铁石(混晶))	铝一铁绿松石
Planerite	(土绿磷铝石)	铜钙绿松石

4. 烧绿石族矿物均译作××烧绿石

原 名	旧 译	改 译
Pyrochlore	(烧绿石)	烧 绿 石
Uran-Pyrochlore	(铀烧绿石)	铀烧绿石
Obruchevite	(钇铀烧绿石)	钇烧绿石
Marignacite	(钇烧绿石)	钪烧绿石
Koppit	(重烧绿石)	重烧绿石
Pandait	(水钡铈烧绿石)	钡铈烧绿石
Plumbo-pyrochlore		铅烧绿石
Betafite = Uran - Titanpyrochlore = Mendelejewite	(铈钡铀矿)	铀钡烧绿石
Yttrobetafite = Yttro - Titanpyrochlore = Titanbruchevite		钇钡烧绿石

5. 钙锑石 Roméite, 钙 锑 石旧译作锑钙石, 但因含锑特高, 应改译为钙锑石, 已有五六个变种, Strunz 都置于钙锑石中, 应分别译名为:

钠变种 Atopite 含 Na_2O 5 % 应作钠钙锑石 (钠锑钙石)。

铁变种 Schneebergite 含 FeO 8 % 应作铁钙锑石 (铁锑钙石)。

钛变种 Lewisite 含 TiO_2 11.35% 应作钛钙锑石 (锑钛烧绿石)。

铅变种 Mauzeilite 含 PbO 6.7% 应作铅钙铈石 (铅铈烧绿石)。

氟变种 Weslienite 含 F 3.5% 应作氟钙铈石 (铈钠钙石)。

注: 括号内为旧译名, 无括号的是改译名。

6. 钾霞石类

原 名	旧 译	改 译
Kalsilite	(六方钾霞石)	钾霞石
Trialsilite	(钾霞石)	三型钾霞石
Kaliophilite	(钾霞石)	亚稳钾霞石
Nepheline	(霞石)	霞 石
Tetrakalsilite	(正六方钾霞石)	四型钾霞石

Ⅲ. 汉译矿物名称的首字和尾字也按照旧的要求略加补充作了规定

1. 矿物名称的尾字或字尾。凡属非金属矿物 (透明或半透明矿物) 名称的尾字多数作“石”如: “辉石”, “角闪石”, “长石”, 也有照习惯称为矿的, 如: 白钨矿。具有金属光泽的矿物称为矿, 如: 黄铜矿、黄铁矿, 但也有例外。可用作宝石的玉类矿物称为“玉”如: 黄玉、刚玉。地表次生的盖被矿物称为“华”如: 钴华。硫酸盐称为矾如: 铅矾。

2. 矿物名称的首字或字首。相当于 blende 的译作闪如: 闪石、闪锌矿 Zinkblend, 相当于 glance 者称作“辉”如: 辉砷钴矿 Cobaltine; Cobaltglance。菱形的碳酸盐矿物字首作“菱” (菱形矿物很多, 着重碳酸盐以示限制, 如菱镁矿、菱锌矿)。名称中凡“酸”字和“化”字均去掉, 如: 磷 (酸) 钼锑石 gorceixite, 氯 (化) 铜矿 atacamite, 铵碳 (酸) 石。音义并译的矿物名称音居字首, 如: 奥长石 Oligoclase, 拉长石 Labradorite, 倍长石 bytownite。

Ⅳ. 以成分命名的矿物名称含量较多的重要元素放在后面, 次要元素中则以含量较多的 (矿物化学式中圆括弧内第一个元素) 列在前面, 如: Denningite (Mn, Ca, Zn) Te₂O₅。其中: Mn 10%、Ca 4%、Zn 2%、Te 82.34% 译作锰钙铈矿或锰铈铈矿 (Mn, Zn) Te₂O₅。

Ⅴ. Hydroxyl (OH) 译作羟, 多数含 (OH) 矿物名称之前冠有“羟字”但旧名称已习用者仍拟保留。

1. 硬羟铝石族 Diaspar—Reihe

原 名	旧 译	改 译
Diaspore α -AlOOH	(硬水铝石)	α -硬羟铝石
Goethite α -FeOOH	(针铁矿)	α -羟铁矿
Groutite α -MnOOH	(锰屑石)	α -羟锰矿
Bracewellite		斜方羟铬矿
Montroseite (V, Fe)OOH	(黑铁钒矿)	羟铁钒矿
Manganite γ -MnOOH	(水锰矿)	γ -羟锰矿
Akaganeite β -FeOOH		β -羟铁矿

2. 勃姆石族 Böhmit—Reihe

原 名	旧 译	改 译
Böhmit γ -AlOOH	(勃姆石)	γ -羟铝矿

Lepidocrocite $\gamma\text{-FeOOH}$	(纤铁矿)	γ -羟铁矿
Adamite	(水砷锌矿)	羟砷锌矿

VI. 类似矿物 Analogy

例如: Tripuhyite 铁锑矿 (旧译作锑铁矿) 的镁类似矿物 Bystromite 译作镁锑矿 (旧译作锑镁矿)。铁锑矿的锌类似矿物译作锌锑矿 (旧译作褐锑锌矿)。又如: Katapleite 钠铅石的钠为钙所替代, 成为钠铅石的含钙类似物 Calcium Katapleite 已不复合钠, 旧译作“钙钠铅石”可改译作“钙铅石”。Brammallite (=Hydroparagonite 1958) 为 Hydro-muscovite “水白云母”的含钠类似矿物, 旧译作“钠伊利石”应译作“水钠云母”。Tuyamunite 钒钙铀矿的 Ca 为铅所替代时成了 Curienite 译作钒铅铀矿。

VII. 系列矿物译名应考虑中间矿物和矿物种的关系

1. 柱石族

原 名	旧 译	改 译
Marialith	(钠柱石)	钠柱石
Dipyr $\text{Ma}_3\text{Me}_2\text{—Ma}_5\text{Me}_5$	(针柱石)	钙钠柱石
Mizzonite $\text{Ma}_5\text{Me}_5\text{—Ma}_2\text{Me}_8$	(针柱石)	钠钙柱石
Mejonite	(钙柱石)	钙柱石

2. 铁钨矿族

原 名	旧 译	改 译
Ferberite FeWO_4	(钨铁矿)	铁钨矿
Wolframite $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{WO}_4$	(锰铁钨矿, 黑钨矿)	锰铁钨矿、黑钨矿
Hübnerite MnWO_4	(钨锰矿)	锰钨矿

译名以简为佳, 例如钽石 $\text{Th}[\text{SiO}_4]$, 锆石 $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$, 铀石 (旧译水硅铀矿较繁) $\text{U}[\text{SiO}_4]$ 等等。下述名词亦可简化。

原 名	旧 译	改 译
Thortveitite $\text{Sc}[\text{Si}_2\text{O}_7]$	(钽钇石)	钽石
Yttrialith $\alpha\text{-Y}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$	(硅钽钇矿)	α -钇石
Thalenite $\text{Y}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$	(红钇石)	钇石
Eulytin $\text{Bi}_4[\text{SiO}_4]_3$	(闪铋矿)	铋石

VIII. 矿物名称的前缀

1. 前缀 para, 数十个具有前缀 para 的矿物名称, 约有半数是原词的同质异像新矿物种的名称。paratellurite TeO_2 旧译“副黄碲矿”, 可改译为斜方黄碲矿, 因黄碲矿 Tellurite 是四方晶系。parabutlerite 斜方晶系, 可译作斜方羟铁矾, 旧译作“副羟铁矾”, butlerite 属单斜晶系, 译“羟铁矾”。paratacamite 旧译作副氯铜矿, 可译为“三方氯铜矿”, 氯铜矿 atacamite 属于斜方晶系。

有些加前缀 para 的词是原字的同义词。parasepiolite = Sepiolite 旧译副海泡石, 应译为海泡石。parailmenite = Ilmenite 旧译副钛铁矿, 应译为钛铁矿。有的与加后缀的原词相同如: parawollastonite = Wollastonite (-2M) 应译作“硅灰石” (-2M)。有的缺少某一主要元素如: paracancrinite⁺ = 无钙的 Cancrinite 旧译副钙霞石, 应译作无钙钙霞石。

2. 前缀 proto, 一般译作“原”如: 近似蛭石的原蛭石 *protovermiculite*, 近似绿脱石的原绿脱石 *protonontronite*, 但 *protocalcite* 是 *Lublinite* 的同义, 旧译原方解石, 最好译作纤方解石。 *protobastite* 是顽火辉石的同义词, 不应译作原绢石。

3. 前缀 pseudo, 一般译作“假”, 如假蓝闪石 *pseudoglaucophane*。又如高度无序的勃姆石 *pseudoboehmite*, 译作假勃姆石。但 *pseudoalbite* 是 *andesine* 的同义词, 应译作“中长石”。 *pseudoandalusite* 系 *Kynite* 的同义词, 应译作蓝晶石。 *pseudohypersthene* 系 *diallage* 的同义词, 应译作异剥辉石。但有些是混合矿物, 如 *pseudoleucite* 实际是混合矿物, 不是“假白榴石”应译作“杂霞石正长石”。 *Pseudopyrophyllite* 也是混合矿物, 不是“假叶蜡石”应译作“杂叶蜡硅铝石”。

4. 前缀 Hydro, 也不能全都译作“水”如: *Hydroamphibole* 是混合矿物, 应译作“杂闪石方解石”旧译“水闪石”。

5. 前缀 Meta, 绝大多数是类质同像, 但含水较少, 如五水矾石 *Meta-Aluminite* 旧译准矾石, 六水钙铀云母 *Meta-Autunite* 旧译准钙铀云母, 无水埃洛石 *Meta-halloysite* 旧译准埃洛石。也偶有含水较多的, 如: 八水磷铝铁矿 (*metavauxite*) (旧译准磷铁矿)。

某些 meta 等于希腊文 “β—”, 如: β—磷硅钛钠石 (*meta-lomonosovite* = β—*lomonosovite*)。

前缀 Meta 用于云母铀矿族矿物时, 晶系相同, 含水减少, 如: *Meta-Torbernite*, *Metauranocircite*, *Meta-Nauranospinite* 均含 $8\text{H}_2\text{O}$, (原矿物为 $10\text{H}_2\text{O}$) 可在原矿物名称前冠以“准”“变”或“八水”。

6. 前缀 apo 意为脱玻、变硬、变朽等, 但如下例 *apoanalcite* (= *natrolite*) 则应译为钠沸石 (旧译: 变方沸石)。

7. 前缀为希腊文字, α, β, γ, ……等如: β—*wollastonite* 译作 β—硅灰石, β—*uzbekite* 译作 β—水钒铜矿。

8. 前缀为化学元素名或其简称时, 如: *Sodium*, *Ferro*, *Ferroan*, *Na*, *Ca*, *Mg* 等, 如: *Na-Meta-Autunite* 译八水钠铀云母 (*Autunite* 钙铀云母的钙完全为钠所替换)。

9. *Ferro* 译为亚铁, 如 *Ferroglaucophane* 译亚铁蓝闪石 (旧译: 铁蓝闪石) 是闪石类的一个端员矿物。

10. 常有表示晶系的前缀, 如: *mono*, *clino*…等…*clinoenstatite* 斜顽辉石, 但 *Tri* 有时并非指三方晶系, 如: *Tri-kalsilite* 为六方晶系矿物, 应译为三型钾霞石。

K. 矿物名称的后缀, 多数为简单符号, 如: 2M, 3H等。 *monazite* (-La) 译作独居石—La, *Wollastonite-IT* 译作: 硅灰石—IT, *wollastonite* (-2M) 译作硅灰石-2M, *Hydromuscovite-3T* 译作水白云母-3T, 多型矿物 *polytypes* 名称往往系有不同后缀, 如: *Högbomite-4H*, -5H, -6H, -15H, -15R, -18R, -44S, 译作: 镁铁钛铝矿-4H, -5H, -6H, -15H, -15R, -18R, -44S, *wurtzite-3R*, -2H, -4H, -6H, -9R, -12R, -15R 和 -21R 译为: 纤锌矿-3R, -2H, -4H, -6H, -9R, -12R, -15R, -21R。

X. 矿物变种译名前段表示变种, 后段为原矿物名称, 如 *Ferroan glaucophane* 可译作含亚铁蓝闪石, *Chromian pyrope* 译作含铬镁铝榴石, *Magnophorite* 系 *richterite* 的变种, 旧译为: 镁红钠闪石, 现改译作: 碱透闪石 (据 Leake) 或钛钾钠透闪石。

Ⅱ. 凡混合矿物汉文译名应冠以“杂”字, 如: Crestmoreite 应译作杂硅钙磷灰石。

汉译矿物名词以2—5字为度, 至多不宜超过六个汉字。混合矿物由两个以上矿物组成, 很少超过六字。只有三、五个矿物名称达到或超过七个汉字。汉译矿物名称的应用只是暂时的, 将来汉字是会拉丁化的, 到那时即可适用原名, 毋须翻译, 可以消除许多麻烦。

上述意见只是少数人在编写“矿物名称”工作中的体会和心得, 很不全面, 希望能获得同志们的指正和补充。

参 考 文 献

科学出版社(1974) 英汉综合地质词汇。

前国立编译馆(1936) 矿物学名词。商务印书馆。

中国科学院(1954) 矿物学名词。

郭宗山(1981) “矿物命名与译名”。新矿物与矿物命名委员会杭州会议文件。

丁毅(1974) 修订矿物中文名词的建议。

丁毅(1979) 矿物中文(名称) 名词整理和定名议摘要。1979.11.18。

李志鹄(1978) 矿物合理命名议。昆明工学院。

Hey, M.H.(1963) Chemical Index of minerals. 1951, 1963 (Appendix I), 1974 (Appendix II)。

Hey, M.H.(1980) on the use of names, prefixes and suffixes and adjectival modifiers in the mineralogical nomenclature. Am.Min.63, 223—224。

Strunz, H.(1978) Mineral table.

Fleischer, M. (1975) Glossary of Mineral Species.

Leake, B.E. (1978) Nomenclature of Amphiboles.

矿物标型与花岗岩复式岩体的划分

陈学正 周玉林 张素菊

复式岩体的划分是研究花岗岩的基础工作。目前,复式岩体主要是根据野外地质特征并辅以同位素年龄的资料划分的。对其它特征,尤其是对矿物标志的作用显然重视不足。本文在福建省区测队德化幅区测报告的基础上,从矿物标型着手,对福建阳山花岗岩复式岩体进行了一些工作,取得了若干初步看法,敬请同行批评指正。

岩体地质概况

该复式岩体位于德化和永春县境内,总面积约 220km^2 ,由桂洋、国宝、岩头、盖德、白石岩和苦坑仔六个岩体组成。根据同位素年龄资料,桂洋岩体为 201M.Y. (南大地质系)、国宝岩体中的伟晶岩为 157.5M.Y. (福建省区测队),盖德岩体为 160M.Y. (地矿所第三铁矿队)。苦坑仔岩体按其岩石化学特征暂归燕山晚期。各岩体均与围岩呈侵入接触关系,多处可见明显的侵入证据,但岩体之间穿插关系不清楚。

按照国际地科联火成岩系统化分会(1972)的分类方案,复式岩体的主体是二长花岗岩,一部分是钾长花岗岩,局部出现花岗闪长岩和碱性长石花岗岩。各岩体的岩石类型不同,基本上可分两类:一类以二长花岗岩为主,局部有花岗闪长岩和钾长花岗岩,包括桂洋、国宝、岩头、盖德、白石岩;另一类是苦坑仔岩体,其主体是钾长花岗岩,局部出现碱性长石花岗岩。

桂洋岩体和国宝岩体普遍出现碎裂结构,桂洋岩体还有明显的片麻状构造,在野外条件下不难区别。而岩头、盖德和苦坑仔三个岩体岩石的结构、构造比较相似,野外不易区别。以下侧重讨论这三个岩体的对比、划分问题。

矿物标型特征的研究

本区复式岩体的各组成部分都是花岗岩,未发现标型矿物。但由于它们的形成条件有一定区别,在一些“贯通矿物”上留下了明显的“信息”,这就是所谓矿物的标型特征。本文拟对各岩体中的钾长石、黑云母和锆石的标型特征做一些讨论。

钾长石:经岩石薄片观察,单矿物的原子吸收及火焰光度测定、X光衍射和红外光谱研究,发现该矿物的标型特征比较明显,能灵敏地反映其形成条件。现将钾长石的标型特征综合如表1。

表 1

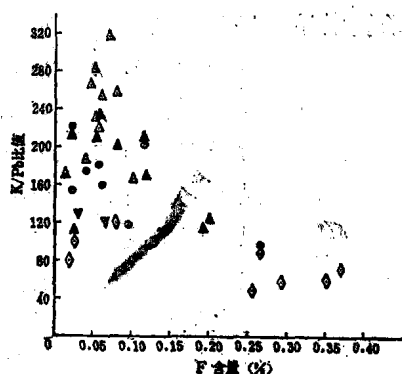
特 征	岩 头	盖 德	苦 坑 仔	桂 泽	国 宝
钾长石中 钠长石的 条纹嵌晶	含钠长石条纹 嵌晶平均约 10%，条纹宽 度一般为0.02 mm。条纹平 行于钾长石结 晶方位分布。 以分解条纹为 主。有一部分 为火焰状、树 枝状的交代条 纹。	钠长石条纹嵌 晶较发育， 密度为10— 20%，条纹宽 度0.02mm。 在似斑状岩相 带中以分解条 纹为主，在中 粗粒岩相带中 则以交代条纹 为主。	条纹嵌晶非常 发育，密度在 30%以上，呈 火焰状，阴影 状属典型的交 代条纹。出现 反条纹长石是 该岩体的特 点。	不含钠长石条纹嵌晶或含量很 低，约在5%左右，很少达10%， 条纹细小，<0.01mm。 条纹嵌晶相互平行与主晶结晶方 位有一定关系。属分解的隐条纹 长石。	
双晶特征	无格子双晶	只有交代条纹 发育的岩相带 出现格子双晶	格子双晶发育	格子双晶发育	
钾长石中 钠长石组 分的含量 %	25.51—26.04	22.37—25.81	14.83—23.51	11.75—14.12	16.28—17.02 (个别低到9.06)
有序度	有序度低 0.46—0.74	有序度低 0.37—0.60	有序度接近最 大微斜长石 0.77—0.95	有序度高为最大微斜长石 1.00	
Rb ₂ O 含量%	0.05—0.06	0.036—0.076	0.12—0.19	0.055—0.07	0.044—0.12
K/Rb	160.0—291.30	136.44—262.78	59.4—108.1	184.2—232.4	97.4—201.5 (最高为312.0)
成岩温度 (据.ОД. ставров)	680—715℃	665—820℃	600—650℃	705—770℃	620—725℃

О. Д. ставров (1978) 指出, 稀碱金属含量以及它们与主元素之间的比值关系, 可用以讨论花岗岩的成因和它的演化。处于不同演化阶段的花岗岩, Rb 的含量不等, 随着岩浆分异作用的进行, Rb 向晚期产物集中, 因而 K/Rb 就成了岩浆演化的重要标志。如图 1 所示, 复式岩体中的 K/Rb 和 F 含量明显说明了这种趋势。

图 1 岩石的 K/Rb 和 F 含量的关系

微量元素的地球化学特征, 同样反映在造岩矿物上, 表 1 说明从岩头、盖德到苦坑仔岩体, 其钾长石中 Rb_2O 含量不断增加, K/Rb 不断降低, 尤其是苦坑仔岩体与其它岩体有显著区别, 说明它是该复式岩体中最晚期、演化最完全的产物。

Г. И. самаркин (1967) 在研究了南乌拉尔的花岗岩带后得出结论认为, 钾长石中的钠长石组分同岩体形成的总压力成反比, 而钾长石中钠长石条纹的发育与总压力成正比。这就说明形成深度浅的花岗岩、钾长石的 Ab 组分含量高, 而它的 Ab 条纹不发育。反之, 形成深度较大的岩体, 钾长石 Ab 组分含量低, 而它的 Ab 条纹比较发育。结合本区情况看, 岩头岩体中钾长石 Ab 组分含量最高, 条纹嵌晶发育较差, 是浅成条件下形成的。盖德岩体与岩头岩体相近。苦坑仔岩体与上述岩体的区别是钾长石中 Ab 组分低, 钠长石的条纹发育, 它的形成深度应大于前二者。苦坑仔岩体中个别钾长石含钠高则是晚期钠化作用迭加的结果。岩石学的研究也得出了类似的结论, 即岩头和盖德岩体有不少浅成相特点, 如出现文象结构以至花斑结构、同化混染作用强烈, 付矿物的形态也说明这个问题。



图例: Δ 岩头, $\blacktriangle$ 盖德, $\bigcirc$ 桂洋, $\bullet$ 国宝, $\blacklozenge$ 苦坑仔 (以下图例同本图)

钾长石的有序度及其形成条件之间有明显的依存关系。V. marmo (1967) 指出: 在低于 500°C 的热液条件下, 在缓慢的结晶过程中, 正长石可转化为微斜长石。因此认为微斜长石花岗岩形成温度较低, 结晶比较缓慢, 而在高温和快速晶出的条件下则形成正长岩花岗岩。Трабежев等 (1969) 也提出钾长石三斜度受其形成深度的影响, 最大微斜长石出现在中深成岩体内, 正长石则赋存于浅成岩中。从钾长石的有序度可以看出, 本区的三个岩体是在二种不同的地质条件下形成的: 岩头和盖德岩体形成深度浅, 结晶温度高, 钾长石有序度低; 苦坑仔岩体形成深度较大、结晶温度较低, 有序度较高。岩石形成条件的这种差别也反映在挥发组分的含量上。人们早已认识到, 随着岩浆的演化 H_2O 和 F 等向晚期产物集中, 从而导致结晶温度降低。三个岩体 F 的平均含量和成岩温度为:

	岩头	盖德	苦坑仔
F 含量 %	0.06	0.062	0.195
温度 (据巴尔特法)	$605-625^{\circ}\text{C}$	$600-615^{\circ}\text{C}$	$460-580^{\circ}\text{C}$

黑云母: 是花岗岩的主要暗色矿物, 在本区各岩体中其含量均在 3% 以上, 高者可达 15—20%, 不同程度受到岩浆期后蚀变作用的影响。绿泥石化和白云母化, 使黑云母成分发生较大变化。表 2 为黑云母的一些特征数字。

按黑云母的标型特征, 本区三个花岗岩体仍分为两类。苦坑仔岩体以 TiO_2 含量低, 含铁

表 2

岩体名称		桂洋		国宝		岩		头		盖		德		苦		坑		仔	
样	号	G18	G06	40	42	27	44	12	65	18	18 ²	56	56 ²	60-1					
蚀变现象		绿泥石化	绿泥石化	绿泥石化	绿泥石化	强绿泥石化	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变	未蚀变
特	TiO ₂ %	4.12	2.64	4.00	4.80	4.82	4.76	4.32	4.17	0.78	1.23	2.00	2.13	0.36					
	含铁性																		
	(FeO+Fe ₂ O ₃ /FeO+Fe ₂ O ₃ +MgO)	0.780	0.722	0.893	0.665	0.790	0.722	0.724	0.724	0.995	0.982	0.925	0.918	0.922					
	含铁性系数																		
	(FeO/FeO+MgO)	0.723	0.690	0.879	0.600	0.682	0.690	0.662	0.601	0.993	0.978	0.902	0.906	0.852					
征	含铝性																		
	(Al ₂ O ₃ /FeO+Fe ₂ O ₃ +MgO+Al ₂ O ₃)	0.358	0.334	0.421	0.284	0.279	0.273	0.375	0.257	0.383	0.341	0.426	0.382	0.762					
	氧化系数																		
	(Fe ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ +FeO)	0.280	0.14	0.141	0.242	0.122	0.140	0.166	0.255	0.178	0.159	0.322	0.146	0.514					
	Fe-Ti-Mg	61.27	63.71	75.56	51.15	66.39	59.55	57.46	57.62	96.36	93.87	80.86	83.33	79.39					
数	的关系	14.98	7.63	13.88	14.79	13.51	13.72	13.23	12.89	2.98	4.05	10.37	8.00	6.87					
		23.74	28.66	10.55	34.05	20.08	26.72	29.30	29.19	0.65	2.07	8.76	8.67	13.74					
	Fe-Mg-Al	42.05	44.21	47.93	40.79	53.09	48.71	44.84	46.43	56.68	61.04	44.23	52.81	12.87					
	的关系	16.29	19.89	6.69	27.15	14.11	21.85	22.86	23.78	0.038	1.35	4.79	5.49	2.22					
		41.65	35.89	45.37	32.47	32.79	29.43	32.29	29.34	42.93	37.61	50.97	41.69	84.90					
字	K	0.980	0.936	2.831	4.134	0.880	4.147	6.848	2.739	4.034	2.011	6.050	6.948	8.284					
	Rb	0.014	0.012	0.009	0.018	0.009	0.033	0.048	0.027	0.229	0.241	0.238	0.402	0.219					
	K/Rb	70.00	80.25	314.56	229.66	97.77	125.65	142.67	101.44	17.62	8.34	25.42	17.284	37.83					
	Mg	4.114	6.25	1.915	6.962	4.505	5.84	6.023	6.010	0.107	0.397	1.065	1.455	0.454					
	Li	0.015	0.023	0.009	0.014	0.019	0.011	0.009	0.030	0.312	0.370	0.112	0.208	0.037					
	Mg/Li	274.27	271.74	212.78	497.29	321.79	530.35	669.22	200.33	0.343	1.07	9.51	7.00	12.27					
	Zn/Fe	0.0084	0.0071	0.0042	0.0025	0.0014	0.0032	0.0059	0.0022	0.017	0.0287	0.0287	—	—					

性、含铁性系数和含铝性高与其它岩体区别。岩头和盖德岩体 MgO 含量最高，同时 TiO_2 的含量也偏高，而 FeO 的含量则最低。

Deer (1937) 指出，较酸性岩石中黑云母 Fe^{2+}/Mg 比高。Nockolds (1941) 认为在花岗岩的演化过程中黑云母的 Si 、 Ti 、 Mg 含量减少，而 Al 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 含量增加。本区岩体 SiO_2 含量与黑云母的含铁性为正相关（图 2），而黑云母的 TiO_2 含量与含铁性为负相关（图 3）。说明从岩头、盖德到苦坑仔岩体岩浆是向酸性方向演化的。

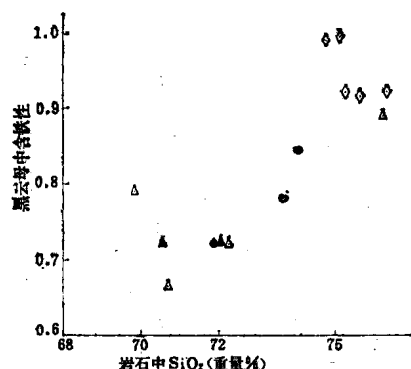


图 2 岩石中 SiO_2 含量与黑云母含铁性的关系

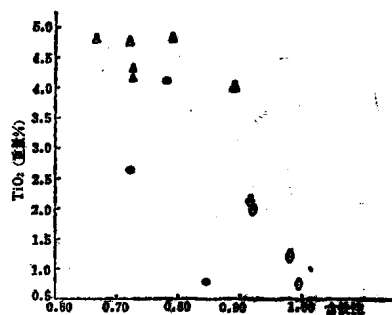


图 3 黑云母 TiO_2 含量与含铁性关系

除主元素外，黑云母的微量元素具明显的标志性，晚期花岗岩的黑云母中 Rb 、 Li 、 Zn 等成倍增加，而 K/Rb 、 Mg/Li 大幅度降低， Zn/Fe 也大大增高。在两类岩体中上述元素对的比值相差数倍、数十倍至数百倍，可见其标型特征是明显的。

锆石：是典型的“贯通”矿物，是研究矿物标型特征的理想对象。本区各岩体中锆石的特征如表 3。

如表 3 所示，本区锆石有二种主要类型，一类锆石的共同特点是：颜色较浅、透明度较高、光泽较强、固体包体较少、延长系数较大，柱面以 $\{110\}$ 为主，锥面 $\{111\}$ 发育较差，晶面晶棱很少受熔蚀，紫外光灯下发荧光。岩头和盖德岩体属于这一类。另一类锆石颜色较深，透明度较低、光泽较弱，含固体包体较多，延长系数较小，晶体受熔蚀的现象较普遍，一般无荧光反应。苦坑仔岩体属此类。

锆石的形态特征是它形成条件的函数， соболев (1961) 、 Ляхович (1968) 发现花岗岩体在靠近接触带的部位出现长柱状锆石，并据此判断岩体的剥蚀深度，此外在细晶岩和其它浅成脉岩中锆石多呈针状产出。结合本区情况，岩头和盖德岩体有明显的浅成相特点，而且剥蚀深度不大。

本区各岩体的锆石并非都是同世代的产物。无色透明的锆石主要产在交代作用微弱的花岗岩中（如岩头岩体），而钠化作用强的花岗岩则出现暗色锆石，如苦坑仔岩体随着钠化作用的加强，无色透明的锆石越来越少，在 18 号样中棕色锆石与铌铁矿连生。上述现象说明本区锆石至少形成于二个世代，早世代锆石无色透明，属典型付矿物，而晚世代暗色锆石与硷质交代作用有关，苦坑仔岩体中锆石的迭生、交叉、变形等也都与碱交代作用有关（ $\text{B. В. Ляхович, 1979}$ ）。

锆石的晶形与晶出的介质环境有关。国宝岩体和岩头岩体较为基性， Si 、 K 、 Na 的含

表 3

特 征	桂 洋 岩 体	国宝岩体	岩 头 岩 体	盖 德 岩 体	白石岩岩体	苦 坑 仔 岩 体
晶 形	有浅棕黄色-棕色和无色二类, 以前一类为主, 晶形为{110}{111}的聚形, {100}不发育, 有时出现(311)。呈四方柱状双锥。少数为棒状双锥, 及扁平的板状晶体。	棕色至浅棕色, 以{100}{111}聚形为主, {110}发育差, 出现少数复杂晶形的锆石, 具(311)(131)等偏锥面。另外还有等轴状及园粒状等。	无色透明, 略带黄色色调, 晶体细小, 部分呈针状, 柱面以{110}为主, 锥面不发育, 出现(311), 很少有受熔蚀的现象。	浅黄色至浅棕黄色, 主要晶面是{110}{111}而{100}不发育。一般晶形完好, 约10%受熔蚀, 以及出现生长纹	浅棕至棕色, 透明度差, 少部分无色透明, 由{100}{111}组成, 其它晶面不发育	颜色变化大, 从浅棕至棕褐及咖啡色等, 无色透明者少见。呈油脂光泽。晶形有{110}{111}和{100}{111}二种, 出现迭生, 交叉现象, 并出现板状晶形。 受熔蚀现象较普遍
延长系数及包体	有色者延长系数为2—3, 无色者延长系数可以>3。	延长系数在2—3之间的占一半以上。	延长系数在各岩体中是最大的。含气液包体多, 很少出现固体包体	延长系数一般为2—3, 部分可达到4。含黑色固体矿物包体, 平行C轴排列	延长系数在2—3之间部分>3	延长系数一般<2。含较多暗色矿物包体, 使矿物透明度降低
比 重	4.49—4.57	4.34	4.51—4.52	—	4.20	4.34—4.38
晶胞参数	$a = 6.6082 \pm 0.0056 \text{ \AA}$ $c = 5.9923 \pm 0.0051 \text{ \AA}$ 80.0008441 (G 11)	—	$a = 6.6120 \pm 0.0037 \text{ \AA}$ $c = 5.9841 \pm 0.0047 \text{ \AA}$ 80.00056 (40)	—	—	$a = 6.6104 \pm 0.0039 \text{ \AA}$ $c = 5.9926 \pm 0.0036 \text{ \AA}$ 80.0005964 (58)
HfO ₂ %含量及Zr/Hf	1.27—1.31	1.35	1.32—1.26	1.26	2.71	2.25—3.09
U ₂ O ₅ %	40.523—42.892	37.37	42.356—44.376	43.897	16.749	16.794—22.853
Y ₂ O ₃ %	0.16—0.17	0.20	0.01	—	1.57	0.37—0.79
Th/U	0.3—0.4	0.4	0.36—0.4	0.39	1.4	0.8—1.3
紫外线下 的发光性	3.604—3.884 发萤光	3.035 发萤光	57.666 发萤光	— 发萤光	1.564 发萤光	3.30—5.124 深色者不发萤光

量都不高,其晶面除{100}{111}外,还出现偏锥面体(311)。苦坑仔岩体Si、K、Na含量都高,除{110}{100}柱面外,锥面只有{111},延长也最小。锆石的延长系数和滚圆系数可作为判断花岗岩成因的标志。本区各岩体中的锆石晶形一般比较完整,少数虽然受过熔蚀,但无受搬运的迹象,说明它们是岩浆结晶的产物,与花岗岩化无关。

Zr、Hf的化学性质相近,在地质作用过程中紧密伴生,是典型地球化学元素共生对。但在不同地球化学条件下,Zr、Hf可表现出不同的性状,从而发生某种程度的分离,这样Zr/Hf的比值就起到了相应的标型作用。前人的资料说明,从基性岩到酸性岩,锆石中Hf的含量增加而Zr/Hf减小,在辉长岩中其比值为50—70,花岗岩中比值是35—40,而在伟晶岩中进一步降为30。按照Zr/Hf,本区花岗岩形成条件是不同的,苦坑仔岩体演化比较彻底,故Hf₂含量高,在2—3%之间,Zr/Hf低于花岗岩的平均值,甚至低于伟晶岩的平均值。岩头和盖德岩体比较基性、岩浆演化程度低,HfO₂含量一般在1.2—1.4%之间,Zr/Hf一般超过35,与花岗岩的平均值接近。除Hf外,锆石中U、Th、TR的含量也随着岩浆的演化而聚集,它们的含量在上述两类岩体中也有明显区别。

综上所述,虽然岩头、盖德岩体和苦坑仔岩体岩性相似,且接触关系不清,野外不易划分。但由于它们所形成的地质-地球化学条件有所不同,在造岩矿物和付矿物上都留下了明显的“信息”,这些“信息”无疑是划分复式岩体的重要标志。而且矿物标型特征与岩石学和微量元素地球化学研究的结果是一致的,可以相互验证。

主要参考文献

- [1] 闽西南莒舟-大洋花岗岩及阳山花岗岩杂岩体的岩石特征及其与铁矿成矿关系的探讨
地科院地矿所第三铁矿队岩石组
福建地质 1979, 2。
- [2] 区域地质测量报告书(德化幅)
福建省地质局(非正式出版)
- [3] О.Д. СТАВРОВ Геохимия Лития, Рубидия, цезия В магматическом процессе
Москва(недра)1978
- [4] В.В. ЛЯХОВИЧ акцессорные Минералы горных пород (Недра) Москва
1979

硬玉 (Jadeite) 及其颜色的成因研究

石桂华、张如玉

硬玉是辉石族的一种矿物，在工艺上是很贵重的玉石原料，即翡翠。它具有各种各样的颜色和不同的透明度，在一块硬玉标本上常常就有几种颜色，其中半透明鲜绿色硬玉尤为宝贵。硬玉的这种颜色特征，以及颜色产生的原因，引起了许多研究者的注意和研究。本文就是论述缅甸硬玉不同颜色部分的矿物学特征，并探讨颜色产生的原因。

一、物理性质和光学性质

研究的硬玉为致密的细粒到中粒集合体，未见有晶形。它的颜色主要为白色和绿色，常夹有浅兰色、淡紫色、红色团块和似脉状体，以及黑色斑点，而且这些颜色具有不同的浓度和透明度。它们都具有玻璃光泽到珍珠光泽。比重用重液悬浮法测得为：3.29（白色）—3.30（绿色）—3.36（红色），据实测晶胞参数计算得3.32（白色）—3.36（红色），两者数据基本上一致。显微硬度 1053—1106 公斤/毫米²（在 ITM—3 型显微硬度计上，负荷 100 克下测定）。其中，白色和淡紫色硬玉较红色和深绿色硬玉的显微硬度要大些，比重略小些。

在薄片上，它们都无色，有两组解理，其中 (110) 解理完全， $(110) \wedge (110) = 87^\circ$ ，二轴晶，正光性。折光率：Ng 1.664—1.671，Nm 1.656—1.660，Np 1.652—1.654， $CaNg = 33—42^\circ$ ， $2V = 70—72^\circ$ 。其中，红色和深绿色硬玉比白色淡紫色和浅兰色硬玉的折光率和光轴角要大些。

二、矿物的化学成分

不同颜色硬玉电子探针分析结果列于表 1。从表中可见，它们的成分主要是 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Na_2O ，不同程度地含有 TFe 、 MgO 、 MnO 、 CaO 、 Cr_2O_3 等。白色和淡紫色硬玉接近于理论成分，次要组分含量最少。

分析结果换算后（表 1）可知，它们或多或少地含有其它辉石类质同象组分，其中主要是透辉石和钙铁辉石等端员组分，总量在 0.30—10.0 分子%之间。白色和淡紫色硬玉最为纯洁，类质同象组分含量小于 1 分子%，而其它色彩硬玉中类质同象组分较多：红色硬玉含钙铁辉石端员组分最多，达 9.34 分子%，透辉石组分很少；绿色硬玉以含透辉石端员组分高为特征，而且从浅绿色向墨绿色，透辉石组分有减少趋势，钙铁辉石组分明显增高；淡兰色硬玉含类质同象组分相对较少。