第36卷 第3期
2003年（总146期）

西 北 地 质
NORTHWESTERN GEOLOGY

Vol. 36 No. 3
2003 (Sum 146)

文章编号：1009-6248（2003）03-0014-10

# 阿尔金山中段苏吾什杰岩体(群)地质特征*

校培喜

（西安地质矿产研究所，陕西 西安，710054）

摘 要：分布于阿中地块中浅变质岩隆起带之上的苏吾什杰岩体(群)，为一规模较大的复式岩体，不同岩石类型之间接触关系清楚，由早到晚其侵位顺序为辉长-辉绿岩→闪长岩→似斑状花岗闪长岩→细粒二长花岗岩→似斑状中粗粒二长花岗岩，总体显示成分演化的特点，亦具有结构演化；岩石地球化学资料研究证明，该岩体(群)花岗岩与同碰撞型花岗岩(S-COLG)相似，显示壳源和壳幔混合源花岗岩特点；依据同位素测年结果，确定其侵位时代为早古生代晚期，岩体形成与板块作用相关连。

关键词：阿尔金山中段；阿中地块；苏吾什杰岩体（群）；构造环境
中图分类号：P58　　文献标识码：A

阿尔金山西接昆仑山，东连祁连山，是塔里木盆地和柴达木盆地之间的天然屏障，阿尔金断裂带是我国西北地区的一条重要构造带，也是中亚地区规模最大的北东东向走滑断裂，断裂的北东端切割了祁连构造带和北山构造带，南西端插入昆仑构造带，把塔里木地块和柴达木地块分割开来。阿尔金北缘断裂和阿尔金南缘断裂所夹持的阿尔金构造带总体由两带两块构成，自北而南依次为阿北地块、红柳沟—拉配泉蛇绿构造混杂岩带、阿中地块（又可进一步划分为中新元古代中浅变质岩隆起带和新太古代—古元古代深变质杂岩隆起带）、清水泉—茫崖蛇绿构造混杂岩带。

分布于阿中地块中新元古代中浅变质岩隆起带之上的苏吾什杰岩体（群），是阿尔金山中段地区发育最为完整的岩体（群）之一，基岩露头良好、侵位顺序清楚，区域上呈带状展布，由4个岩体组成，其向西延出工作区、向东延止乌尊硝尔盆地被第四系松散沉积物覆盖，面积约600 $km^2$（图1），北以西云母矿—塔昔达坂断裂带与库木达坂岩体(群)分界，南以卡尔恰尔—阔实复合断裂带与硝家谱—帕夏拉依档岩体（群）相邻，岩体侵位围岩主要是蓟县系塔昔达坂群碳酸盐岩、浅变质碎屑岩。对该岩体（群）前人曾作过少量的路线地质调查研究工作，取得了一定进展，但关于岩体（群）区域展布、与相邻地质体关系、岩体内部不同岩石类型之间接触关系、演化特征及构造意义等证据还显不足，需做进一步调查研究。为此，2000年在该地区1∶25万区域地质调查过程中，我们对该岩体进行了系统的调查研究，获得了丰富的岩貌学、岩石学、岩石地球化学等资料，本文是在1∶25万区域地质调查报告编写基础上撰写而成，属集体劳动成果。

收稿日期：2003-03-04；改回日期：2003-06-10
基金项目：新疆苏吾什杰1∶25万区域地质调查（项目编号20001300009201）部分成果
作者简介：校培喜（1960-），男，陕西蒲城人，高级工程师，1983年毕业于西北大学地质学系，长期从事区域地质调查与研究，发表论文多篇。
* 参加工作的还有：王永和，潘长利，孙南一，张社娃，周庆华，李建星等。

万方数据

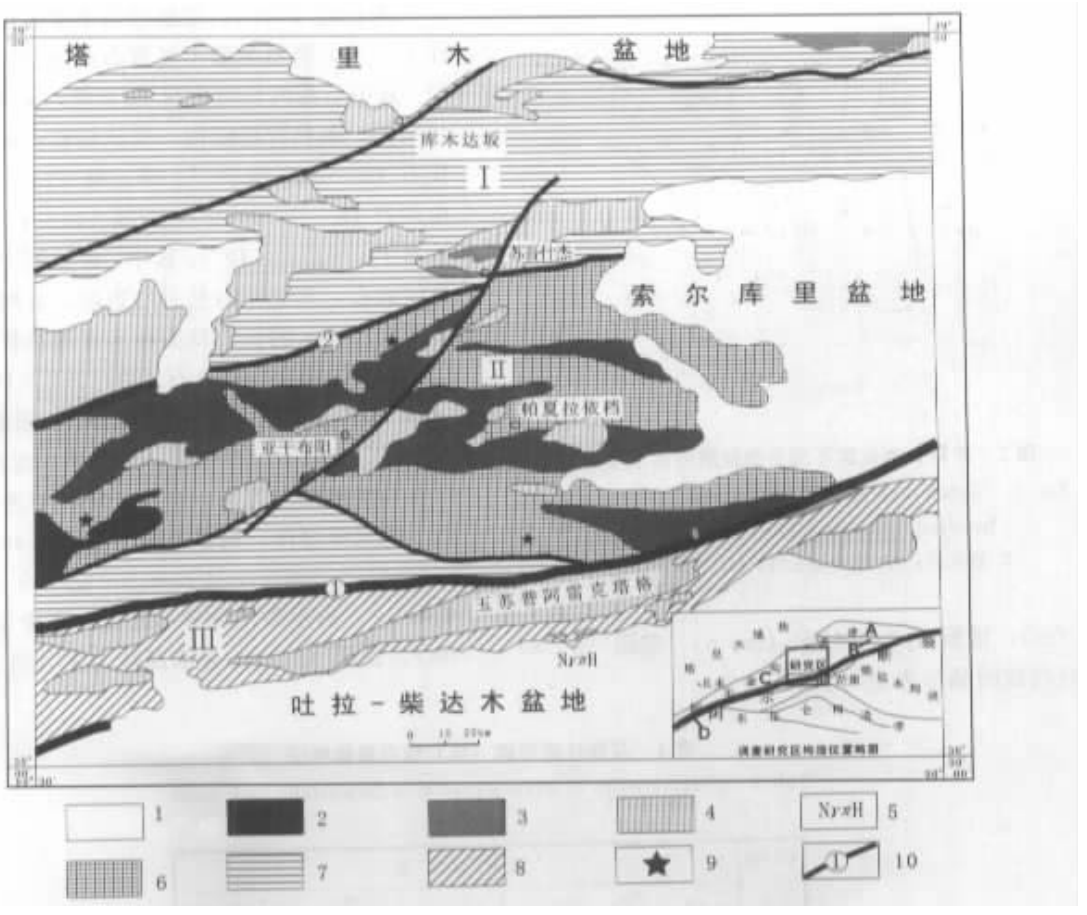



**图 1　阿尔金山中段苏吾什杰一带侵入岩分布略图**

Fig. 1　Sketch map showing distribution of instrusiv rock in Suwushijie of Altyn Tagh middle-zone

1. 第四纪松散沉积物；2. 前寒武纪变质侵入岩；3. 加里东期中基性岩体；4. 加里东华里西期中、酸性岩体；5. 喜山期浅成、超浅成岩体；6. 新太古-古元古代深变质杂岩带；7. 中元古-新元古代浅变质岩带；8. 茫崖蛇绿混杂岩带；9. 高压超高压变质岩产地；10. 主要断裂编号；A. 阿北地块；B. 红柳沟拉配泉蛇绿混杂岩带；C. 阿中地块；D. 阿帕茫崖蛇绿混杂岩带；Ⅰ. 库木达坂构造岩浆岩带；Ⅱ. 亚干布阳—帕夏拉依档构造岩浆岩带；Ⅲ. 阿南构造岩浆岩带；①. 阿尔金走滑断裂带；②. 卡尔恰尔复合断裂带

## 1　岩体（群）地质特征

### 1.1　岩石学特征

苏吾什杰岩体（群）岩石类型主要为辉长-辉绿岩、闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等，不同岩石类型之间为清楚的脉动接触关系，似斑状花岗闪长岩中有辉长岩俘掳体（包体）、且呈脉状穿插于辉长岩中；二长花岗岩中有花岗闪长岩俘掳体，与花岗闪长岩接触带附近常见二长花岗岩呈脉状穿插于花岗闪长岩中（图 2）。据此，可以确定该岩体不同岩石类型的侵位顺序从早→晚为：辉长—辉绿岩→闪长岩→似斑状花岗闪长岩→细粒二长花岗岩→似斑状中粗粒二长花岗岩。

辉长-绿岩（$\nu_3S^a$）：主要分布于苏吾什杰一带，多为岩株出露，面积约 1～50 $km^2$，岩石呈深灰色，具辉长辉绿结构，块状构造，矿物成分为斜长石（50～65）×$10^{-2}$、单斜辉石（40～35）×$10^{-2}$、黑云母（0～10）×$10^{-2}$，副矿物为钛铁矿、磁铁矿、金红石、磷灰石、榍石、方铅矿、蓝铜矿、锆石等。锆石以浅褐红色为主，个别淡粉色，多数锆石不透明，浅褐红色锆石极少有完整晶形，多为残缺柱状，淡粉色锆石晶形较完整呈柱状。两种锆石均含绿泥石、黑云母包体，锆石粒度为 0.28 mm×0.08 mm～0.08 mm×0.04 mm，长宽比为 2∶1～4∶1，以柱

万方数据

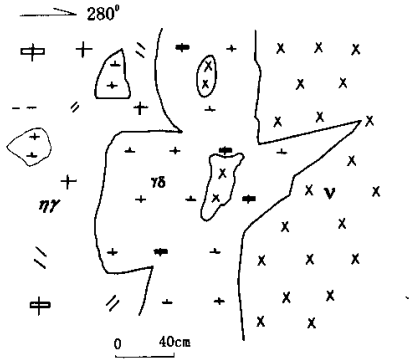



**图 2 苏吾什杰岩体不同岩类接触关系示意图**

Fig. 2 Skctch map showing the contact relationship between different rocks in Suwushijie

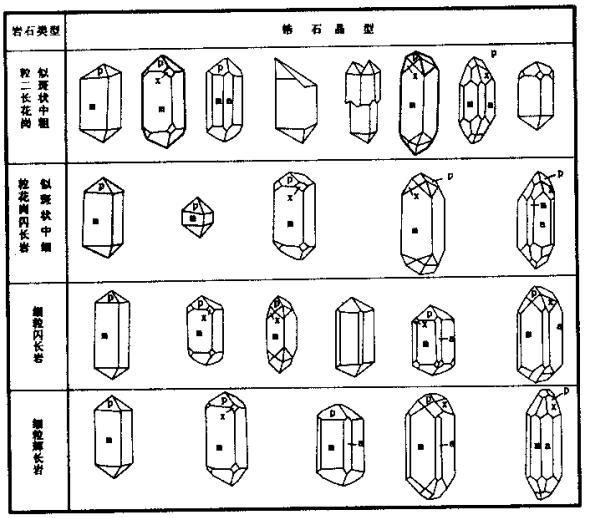
γ. 辉长岩；γδ. 花岗闪长岩；ηγ. 二长花岗岩

面（m）、锥面（p）和柱面（m、a）、锥面（p、x）聚合而成的晶体为主（表 1）。

闪长岩（$\delta_3S^b$）：零星分布于卡尔恰尔西和苏吾什杰一带，岩石类型主要有石英闪长岩、英云闪长岩。其中石英闪长岩为灰-浅灰色，具细粒半自形粒状结构、细粒粒柱结构，块状结构，矿物成分为斜长石（50～55）$\times10^{-2}$、黑云母（15～20）$\times10^{-2}$、角闪石（5～10）$\times10^{-2}$、石英（10～15）$\times10^{-2}$、钾长石（10～15）$\times10^{-2}$。其中，钾长石为微斜长石和条纹长石，多见于斜长石的边部，显然为交代斜长石所致；英云闪长岩具细粒半自形粒状结构，块状构造，矿物成分为斜长石（60～65）$\times10^{-2}$、黑云母（15～20）$\times10^{-2}$、石英 $20\times10^{-2}$。副矿物为榍石、磷灰石、金红石、蓝铜矿、白钨矿、锆石等。其中，锆石以浅褐红色为主，金刚光泽，不透明，含绿泥石、黑云母包体，完整晶形少见，0.48 mm×0.08 mm～0.08 mm×0.04 mm，长宽比为 2∶1～4∶1 个别 6∶1 由于晶体发育不正常有不少歪晶，以柱面（m）、锥面（p、x）合成晶体为主（表 1）。

**表 1 苏吾什杰岩体（群）锆石晶体特征**

Tab. 1 Charateristics of zircons crystal in Suwushijie rock mass




似斑状中细粒花岗闪长岩（$\gamma\delta_3S^c$）：主要分布于阿克苏一带，在苏吾什杰有零星出露，岩石具似斑状结构，基质中细粒半自形粒状结构，块状构造，矿物成分为斜长石（40～45）$\times10^{-2}$、钾长石（10～15）$\times10^{-2}$、黑云母（10～15）$\times10^{-2}$、角闪石（5～10）$\times10^{-2}$、石英（20～25）$\times10^{-2}$；斑晶主要为钾长石，次为斜长石；副矿物为榍石、磷灰石、金红石、蓝铜矿、白钨矿、锆石等。其中，锆石以浅玫瑰色为主，金刚光泽，大部分不透明，表面遭受熔蚀呈凹凸不平，粒度在 0.44 mm×0.09 mm～0.08 mm×0.04 mm，长宽比为 2∶1～4∶1 多数呈棱角状-次棱角状，以柱面（m）、锥面（p）合成的晶体

万方数据

为主（表 1）。

细粒黑云二长花岗岩（$\eta\gamma_3S^d$）：仅分布于苏吾什杰附近，规模较小，岩石具块状构造，似斑状结构，基质细粒花岗结构，矿物成分为斜长石（35～40）×$10^{-2}$、微斜长石（25～30）×$10^{-2}$、石英（20～25）×$10^{-2}$、黑云母（5～10）×$10^{-2}$，副矿物为锆石、磷灰石。

似斑状中粗粒黑云二长花岗岩（$\eta\gamma_3S^e$）：分布较广，主要发育于库木塔什—苏吾什杰一带，岩石具似斑状结构，基质中粗粒半自形粒状结构，块状构造，矿物成分为斜长石（30～35）×$10^{-2}$、钾长石（30～25）×$10^{-2}$、黑云母（10～5）×$10^{-2}$、石英（30～25）×$10^{-2}$；斑晶主要为钾长石，次为斜长石，钾长石以微斜长石为主，次为条纹长石；副矿物为榍石、磷灰石、金红石、蓝铜矿、黄铜矿、方铅矿、白钨矿、锆石等，其中锆石以褐棕色为主、不透明，个别呈淡玫瑰色、半透明，多数锆石呈残缺柱状、少数完整晶体为棱角状，粒度在 0.56 mm×0.16 mm～0.08 mm×0.04 mm，长宽比为 2∶1～4∶1，含黑云母和黑色性质不明包体，以柱面（m）、锥面（p）合成的晶体为主（表 1）。

上述资料显示，由早到晚从辉长—辉绿岩→闪长岩→似斑状花岗闪长岩→细粒二长花岗岩→似斑状中粗粒二长花岗岩，矿物成分含量变化具一定规律性，暗色矿物含量减少，长英质矿物有增加趋势，副矿物锆石的晶体形态由相对简单变的较为复杂；对照巴尔巴林（Barbarin）关于花岗岩类型划分和代表的构造环境方案[1]，工作区花岗岩类型相当于其划分的富钾钙碱性花岗岩（高钾-低钙）（RCG）和含角闪石钙碱性花岗岩（低钾-高钙）（ACG）；花岗岩矿物组合与 Maniar 和 Piccoli 划分的造山花岗岩类相似（两种长石，条纹长石＜斜长石）。

## 1.2　岩石地球化学特征

### 1.2.1　常量元素

苏吾什杰岩体（群）不同岩类常量元素组成及特征参数如表 2。可以看出，不同岩石类型其岩石化学参数明显不同，从早→晚，由辉长岩→二长花岗岩，$SiO_2$ 含量由低到高（48.33～72.34）×$10^{-2}$，全碱含量由低到高（2.94～8.99）×$10^{-2}$，闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩所有样品的 $K_2O>Na_2O$，唯辉长岩的 $K_2O<Na_2O$，铝指数（0.59～1.09），碱度率（1.25～3.94）、长英指数（20.27～87.71）、铁镁指数（49.19～79.52）由低到高，固结指数（42.93～7.05）由高到低，岩石化学特征与大陆碰撞型花岗岩类似，为次铝质—过铝质岩石，属钙碱性岩石系列，为 S 型或 I 型与 S 型花岗岩之间过渡类型。

岩石 C.I.P.W 标准矿物计算结果与实测主要矿物含量接近，从早到晚由辉长岩→二长花岗岩，标准矿物 $Or$、$Ab$、$Fs'$ 的含量增加，$An$、$En'$ 的含量相对减少，闪长岩中有一定量的 $Di$ 分子；辉长岩中含一定量的 $Di$、$Ol$ 分子；花岗闪长岩和二长花岗岩中含一定量的 C（刚玉）分子反映它们属于铝过饱和类型。根据 $An$ 与 $Ab$ 的分子数换算出斜长石号码，辉长岩多数样品的斜长石号码在 70～80 之间，属倍长石；闪长岩和花岗闪长岩中斜长石号码在 30～70 之间，属中长石—拉长石，二长花岗岩中斜长石号码在 30～50 之间，属中长石。

### 1.2.2　微量元素

苏吾什杰岩体（群）不同岩类微量元素含量如表 3。与世界花岗岩相比（维若格拉多夫，1962），二长花岗岩中 Ni、Co、Sn、V、Zr、Sc、Nb 相对富集，Ba、Sr、Cr、Be、Ta 等元素则略有贫化，K/Rb 值为 119～173（平均 150）；Rb/Sr 值为 1.06～8.26（平均 3.8），高于大陆壳均值（0.24）、显著高于上地幔均值（0.025），总体与 S 型或壳源型花岗岩接近；闪长岩和花岗闪长岩中 Ba、Ni、Co、Sn、V、Zr、Sc、Be 相对富集，Rb、Cr、Ta 明显贫化，辉长—辉绿岩中 Sr、Cr、Ni、Sn、Co、V、Zr、Sc、明显富集，Ba、Rb、Ta、Nb、Be 相对贫化，从早到晚由辉长岩—二长花岗岩，元素 Ba、Rb、Sn、Ta、Nb、Zr 有增高趋势，而 Sr、Cr、Ni、Co、V、Sc 等元素则明显降低。

### 1.2.3　稀土元素

苏吾什杰岩体（群）不同岩类稀土元素组成及特征参数如表 4。稀土总量高（131.80～589.35）×$10^{-6}$，轻重稀土比值（ΣCe/ΣY）＝2.72～8.58、δEu＝0.42～1.08，稀土元素分配曲线有两种类型（图 3），闪长岩-二长花岗岩均为右倾型式，具 Eu 负异常，轻稀土明显富集，与地壳重融型花岗岩的稀土分配型式相类似；辉长岩中轻稀土向右陡倾、重稀土平坦，无 Eu 负异常，说明轻稀土分馏明显、重稀土分馏不明显，反映岩浆源有一定差异，花岗岩为地壳物质的部分熔融、辉长岩-闪长岩为壳幔混合来源。

万方数据

**表 2 苏吾什杰岩体（群）岩石化学成分及主要参数**

Tab. 2 Lithochemicai composition and the main parameters in Suwushijie rock mass

| 样 品 | 氧化物含量 ($\times10^{-2}$) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | $TiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | FeO | MnO | MgO | CaO | $Na_2O$ | $K_2O$ | $P_2O_5$ | LOI | Σ |
| 6139 (1)★ | 72.00 | 0.36 | 13.87 | 0.18 | 2.68 | 0.04 | 0.90 | 2.47 | 2.74 | 3.85 | 0.03 | 0.71 | 99.83 |
| 6368 (8)★ | 72.34 | 0.28 | 12.75 | 0.52 | 2.15 | 0.05 | 0.83 | 1.16 | 2.83 | 5.45 | 0.10 | 0.78 | 99.24 |
| 6099 (1)★ | 70.13 | 0.57 | 13.74 | 0.18 | 3.82 | 0.06 | 1.07 | 2.39 | 2.40 | 4.81 | 0.10 | 0.71 | 99.98 |
| 6367 (2)★ | 69.74 | 0.29 | 14.37 | 0.37 | 1.95 | 0.06 | 0.83 | 1.71 | 2.74 | 6.25 | 0.11 | 0.97 | 99.39 |
| 6369 (4)★ | 67.26 | 0.57 | 14.95 | 0.49 | 3.16 | 0.08 | 0.94 | 2.12 | 3.26 | 4.85 | 0.13 | 1.95 | 99.76 |
| 6368 (2)▲ | 64.65 | 0.82 | 14.91 | 1.05 | 4.18 | 0.14 | 1.82 | 1.86 | 3.92 | 4.20 | 0.31 | 1.93 | 99.79 |
| 6368 (3)◆ | 60.07 | 1.23 | 14.75 | 1.62 | 5.88 | 0.18 | 2.76 | 5.05 | 2.8 | 3.8 | 0.51 | 1.34 | 99.99 |
| 6110 (1)◆ | 58.20 | 1.84 | 15.71 | 0.93 | 6.95 | 0.14 | 2.84 | 5.39 | 2.38 | 2.40 | 0.56 | 2.44 | 99.78 |
| 6367 (4)◆ | 55.93 | 1.19 | 15.28 | 3.30 | 5.28 | 0.19 | 4.25 | 6.91 | 2.12 | 2.88 | 0.50 | 2.19 | 100.02 |
| 6368 (7)◆ | 55.64 | 2.08 | 14.10 | 2.18 | 7.88 | 0.19 | 2.87 | 5.36 | 3.42 | 3.70 | 0.93 | 1.31 | 99.66 |
| 6368 (5)● | 53.04 | 1.06 | 14.80 | 1.85 | 6.80 | 0.21 | 6.89 | 10.79 | 2.54 | 1.27 | 0.20 | 0.46 | 99.91 |
| 6368 (1)● | 49.71 | 1.22 | 16.13 | 1.96 | 7.18 | 0.21 | 7.06 | 9.71 | 2.36 | 1.56 | 0.33 | 3.02 | 100.44 |
| 6368 (4)● | 49.34 | 0.82 | 15.16 | 2.10 | 6.45 | 0.21 | 8.44 | 11.80 | 1.86 | 1.14 | 0.14 | 2.70 | 100.16 |
| 6369 (3)● | 48.36 | 0.87 | 16.04 | 1.42 | 6.75 | 0.17 | 8.44 | 11.34 | 1.90 | 1.15 | 0.13 | 2.76 | 99.33 |
| 6368 (6)● | 48.33 | 1.16 | 16.57 | 1.33 | 7.65 | 0.21 | 8.00 | 10.41 | 1.82 | 1.78 | 0.27 | 2.02 | 99.55 |
| 6367 (1)● | 47.64 | 1.21 | 15.52 | 1.67 | 7.32 | 0.21 | 8.16 | 11.03 | 2.30 | 0.64 | 0.19 | 4.20 | 100.45 |

| 样 品 | 特征参数 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\delta$ | $K_2O+Na_2O$ | $K_2O/Na_2O$ | $F$ | $FL$ | $FM$ | $A.R$ | $SI$ | $A/CNK$ |
| 6139 (1)★ | 1.49 | 6.59 | 1.41 | 0.07 | 72.74 | 76.06 | 2.35 | 8.69 | 1.05 |
| 6368 (8)★ | 2.34 | 8.28 | 1.93 | 0.24 | 87.71 | 76.29 | 3.94 | 7.05 | 1.01 |
| 6099 (1)★ | 1.92 | 7.21 | 2 | 0.05 | 75.10 | 78.90 | 2.62 | 8.71 | 1.09 |
| 6367 (2)★ | 3.02 | 8.99 | 2.28 | 0.19 | 84.02 | 73.65 | 3.54 | 6.84 | 1.00 |
| 6369 (4)★ | 2.71 | 8.11 | 1.49 | 0.16 | 79.28 | 79.52 | 2.81 | 7.40 | 1.02 |
| 6368 (2)▲ | 3.05 | 8.12 | 1.07 | 0.25 | 81.36 | 74.18 | 2.88 | 11.99 | 1.03 |
| 6368 (3)◆ | 2.55 | 6.6 | 1.36 | 0.28 | 56.65 | 73.10 | 2.00 | 16.37 | 0.83 |
| 6110 (1)◆ | 1.50 | 4.78 | 1.01 | 0.13 | 47.00 | 73.51 | 1.59 | 18.32 | 0.96 |
| 6367 (4)◆ | 1.93 | 5 | 1.36 | 0.63 | 41.98 | 66.87 | 1.58 | 23.84 | 0.80 |
| 6368 (7)◆ | 4.01 | 7.12 | 1.08 | 0.28 | 57.05 | 77.80 | 2.15 | 14.31 | 0.73 |
| 6368 (5)● | 1.45 | 3.81 | 0.5 | 0.27 | 26.095 | 55.66 | 1.35 | 35.61 | 0.59 |
| 6368 (1)● | 2.29 | 3.92 | 0.66 | 0.27 | 28.76 | 56.42 | 1.36 | 35.09 | 0.69 |
| 6368 (4)● | 1.42 | 3 | 0.61 | 0.33 | 20.27 | 50.32 | 1.25 | 42.22 | 0.59 |
| 6369 (3)● | 1.74 | 3.05 | 0.61 | 0.21 | 21.19 | 49.19 | 1.25 | 42.93 | 0.64 |
| 6368 (6)● | 2.43 | 3.6 | 0.98 | 0.17 | 25.69 | 52.89 | 1.31 | 38.87 | 0.69 |
| 6367 (1)● | 1.86 | 2.94 | 0.03 | 0.23 | 21.05 | 52.42 | 1.25 | 40.62 | 0.64 |

注：★ 似斑状中粗粒黑云二长花岗岩；▲ 似斑状中细粒花岗闪长岩；◆ 细粒闪长岩；● 细粒辉长岩；$\delta$ 里特曼指数；$F$ 氧化系数；$FL$ 长英指数；$MF$ 铁镁指数；$A.R$ 碱度指数；$SI$ 固结指数；$A/CNK$ 铝指数。样品测试单位：西安地质矿产研究所测试中心。

万方数据

**表 3　苏吾什杰岩体（群）微量元素含量**

Tab. 3　Contents of trace elements in Suwushijie rock mass

| 样　品 | 微量元素含量（$\times 10^{-6}$） | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ba | Sr | Rb | Cr | Ni | Co | Sn | V | Nb | Zr | Sc | Be | Ta | Rb/Sr | K/Rb |
| 6139 (1) ★ | 1450 | 290 | 163 | 8 | 14 | 5.5 | 7.2 | 46 | 20 | 210 | 6 | 2.4 | 1.12 | 0.56 | 196.09 |
| 6368 (8) ★ | 480 | 46 | 380 | 8 | 5.8 | 10.5 | 13 | 43 | 34 | 230 | 7 | 3.8 | 2.40 | 8.26 | 119.07 |
| 6099 (1)★ | 1100 | 140 | 261 | 12 | 11.5 | 6.6 | 9.2 | 78 | 28 | 250 | 7.6 | 3.7 | 1.38 | 1.86 | 153.00 |
| 6367 (2)★ | 650 | 97 | 299 | 8 | 9.2 | 3.8 | 2.5 | 34 | 22 | 200 | 2.2 | 2 | 1.40 | 3.08 | 173.54 |
| 6369 (4)★ | 800 | 120 | 257 | 10 | 12.5 | 9.2 | 8.2 | 89 | 30 | 398 | 7.6 | 3 | 1.70 | 2.14 | 156.67 |
| 6368 (2)▲ | 900 | 97 | 143 | 14 | 8.6 | 9.2 | 8.2 | 130 | 28 | 250 | 9 | 3 | 1.40 | 1.47 | 243.83 |
| 6368 (3) ◆ | 860 | 180 | 154 | 18 | 22 | 30 | 5.6 | 160 | 42 | 520 | 17.5 | 8.6 | 1.80 | 0.86 | 204.85 |
| 6110 (1) ◆ | 1050 | 420 | 136 | 7 | 25 | 23 | 11.2 | 290 | 30 | 150 | 25 | 4 | 1.42 | 0.32 | 146.51 |
| 6367 (4)◆ | 1070 | 406 | 138 | 14 | 17 | 18 | 3.8 | 370 | 27 | 150 | 15.5 | 3 | 1.70 | 0.34 | 173.26 |
| 6368 (7) ◆ | 1350 | 195 | 126 | 7 | 4.6 | 24 | 7.3 | 185 | 26 | 265 | 22 | 5.8 | 1.03 | 0.65 | 243.79 |
| 6368 (5)● | 570 | 235 | 18 | 160 | 45 | 37 | 4.9 | 175 | 16 | 170 | 38 | 3.3 | 0.44 | 0.08 | 585.75 |
| 6368 (1)● | 1400 | 420 | 122 | 22 | 15 | 22 | 7 | 430 | 34 | 170 | 20 | 4.2 | 1.70 | 0.29 | 106.16 |
| 6367 (1)● | 300 | 265 | 27 | 250 | 47 | 56 | 3.8 | 310 | 27 | 110 | 34 | 2.9 | 0.77 | 0.10 | 196.79 |
| 6368 (4)● | 380 | 190 | 16 | 101 | 76 | 58 | 7.8 | 260 | 9.2 | 76 | 49 | 2.9 | 0.6 | 0.08 | 591.52 |
| 6369 (3)● | 670 | 250 | 16 | 380 | 99 | 60 | 5.9 | 195 | 8.9 | 55 | 49 | 3.8 | 0.34 | 0.06 | 596.71 |
| 6368 (6) ● | 940 | 260 | 55 | 82 | 100 | 49 | 7.6 | 230 | 11 | 80 | 34 | 2.8 | 0.30 | 0.21 | 268.68 |
| 世界花岗岩 | 830 | 300 | 200 | 25 | 8 | 5 | 3 | 0 | 20 | 200 | 3 | 5.5 | 3.5 | 0.67 | 167 |

注：★ 似斑状中粗粒黑云二长花岗岩；▲ 似斑状中细粒花岗闪长岩；◆ 细粒闪长岩；● 细粒辉长岩（或辉绿岩）。样品测试单位：西安地质矿产研究所测试中心。

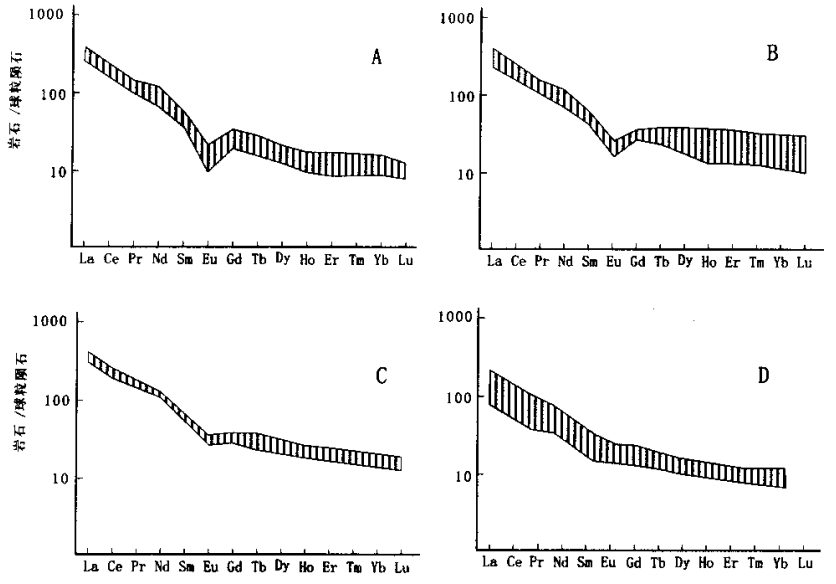



**图 3　苏吾什杰岩体（群）稀土元素分配模式（球粒陨石标准化值为里德常数）**

Fig. 3　REE patterns sketch of Suwushijie rock mass

A. 似斑状中粗粒黑云二长花岗岩；B. 花岗闪长岩；C. 闪长岩；D. 辉长岩

万方数据

**表 4 苏吾什杰岩体（群）稀土元素含量及主要参数**

Tab. 4 Contents of REE and the main parameters in Suwushijie rock mass

| 样品 | 微量元素含量（$\times10^{-6}$） | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | La | Ce | Pr | Nd | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Y |
| 6139 (1) ★ | 84.7 | 133 | 13.5 | 48.2 | 10 | 1.42 | 10.9 | 2.16 | 15.2 | 2.96 | 9.14 | 1.29 | 8.18 | 1.14 | 80.2 |
| 6368 (8) ★ | 115 | 186 | 16.1 | 58.7 | 11.2 | 0.79 | 7.89 | 1.42 | 7.84 | 1.44 | 4.13 | 0.64 | 3.84 | 0.49 | 36.9 |
| 6099 (1)★ | 115 | 184 | 16.2 | 64.3 | 11.5 | 1.79 | 8.73 | 1.20 | 7.08 | 1.27 | 3.10 | 0.45 | 2.71 | 0.39 | 29.6 |
| 6367 (2) ★ | 97.4 | 157 | 13.4 | 51 | 8.58 | 1.13 | 6.11 | 0.91 | 5.14 | 0.88 | 2.31 | 0.36 | 2.21 | 0.31 | 21.5 |
| 6369 (4)★ | 141 | 223 | 19.5 | 89.7 | 12.9 | 1.66 | 9.99 | 1.67 | 7.44 | 1.24 | 3.65 | 0.56 | 3.35 | 0.43 | 34.8 |
| 6368 (2)▲ | 147 | 230 | 19.9 | 74.9 | 13 | 2.02 | 8.74 | 1.54 | 7.27 | 1.17 | 3.56 | 0.52 | 3.1 | 0.42 | 30.4 |
| 6368 (3)◆ | 150 | 251 | 22.8 | 91.8 | 16.4 | 2.35 | 11.5 | 1.81 | 9.38 | 1.75 | 4.71 | 0.66 | 3.62 | 0.52 | 37.1 |
| 6110 (1) ◆ | 97.5 | 143 | 13.9 | 59.8 | 10.3 | 2.11 | 8.17 | 1.33 | 6.18 | 1.14 | 3.16 | 0.55 | 2.63 | 0.42 | 23.5 |
| 6367 (4)◆ | 108 | 175 | 17.2 | 71 | 11.7 | 2.27 | 8.98 | 1.22 | 7.76 | 1.56 | 4.14 | 0.63 | 3.46 | 0.51 | 35.2 |
| 6368 (7)◆ | 143 | 222 | 21.3 | 91 | 15.4 | 2.71 | 12.5 | 2.17 | 11.5 | 2.19 | 5.95 | 0.88 | 5.06 | 0.69 | 53 |
| 6368 (5) ● | 54.2 | 97.7 | 9.25 | 39.9 | 7.43 | 1.53 | 6.38 | 0.93 | 6.58 | 1.13 | 3.69 | 0.45 | 2.75 | 0.41 | 27.5 |
| 6368 (1)● | 74.1 | 125 | 12.1 | 48.9 | 7.68 | 2.01 | 6.8 | 1.15 | 5.82 | 1.32 | 2.89 | 0.46 | 2.63 | 0.34 | 24.9 |
| 6368 (4) ● | 24.8 | 50 | 4.12 | 20.7 | 3.21 | 1.22 | 3.95 | 0.63 | 3.88 | 0.83 | 2.19 | 0.32 | 1.71 | 0.26 | 15.1 |
| 6369 (3) ● | 25.5 | 44.7 | 4.3 | 22.9 | 3.08 | 1.2 | 3.84 | 0.65 | 4.19 | 0.73 | 2.09 | 0.32 | 1.79 | 0.31 | 16.2 |
| 6368 (6) ● | 42.1 | 65.1 | 5.43 | 28 | 4.93 | 1.51 | 5.82 | 0.83 | 4.86 | 1.03 | 3.07 | 0.39 | 2.4 | 0.4 | 21.7 |
| 6367 (1) ● | 27.1 | 48.8 | 4.71 | 23.5 | 4.37 | 1.51 | 5.32 | 0.87 | 5.19 | 1.03 | 2.8 | 0.4 | 2.27 | 0.36 | 22.4 |

| 样品 | 特征参数 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ΣREE | ΣCe | ΣY | ΣCe/ΣY | δEu | δCe | $(La/Yb)_N$ | $(La/Sm)_N$ | $(Cd/Yb)_N$ |
| 6139 (1)★ | 421.99 | 290.82 | 131.17 | 2.22 | 0.42 | 0.85 | 6.81 | 5.15 | 1.07 |
| 6368 (8) ★ | 452.38 | 387.79 | 64.59 | 6.00 | 0.25 | 0.91 | 19.74 | 6.24 | 1.65 |
| 6099 (1)★ | 447.32 | 392.79 | 54.53 | 7.20 | 0.53 | 0.90 | 27.89 | 6.08 | 2.58 |
| 6367 (2) ★ | 368.24 | 328.51 | 39.73 | 8.27 | 0.46 | 0.91 | 29.05 | 6.92 | 2.22 |
| 6369 (4) ★ | 550.89 | 487.76 | 63.13 | 7.73 | 0.44 | 0.89 | 27.63 | 6.65 | 2.38 |
| 6368 (2) ▲ | 543.54 | 486.82 | 56.72 | 8.58 | 0.55 | 0.89 | 31.12 | 6.89 | 2.25 |
| 6368 (3) ◆ | 605.4 | 534.35 | 71.05 | 7.52 | 0.50 | 0.91 | 27.38 | 5.57 | 2.55 |
| 6110 (1) ◆ | 373.69 | 326.61 | 47.08 | 6.92 | 0.69 | 0.82 | 24.34 | 5.76 | 2.48 |
| 6367 (4)◆ | 448.63 | 385.17 | 63.46 | 6.07 | 0.66 | 0.87 | 20.58 | 5.62 | 2.08 |
| 6368 (7) ◆ | 589.35 | 495.41 | 93.94 | 5.27 | 0.58 | 0.85 | 18.62 | 5.64 | 1.98 |
| 6368 (5) ● | 287.35 | 210.01 | 77.34 | 2.72 | 0.67 | 0.95 | 13.00 | 4.43 | 1.86 |
| 6368 (1)● | 316.1 | 269.79 | 46.31 | 5.83 | 0.84 | 0.90 | 18.59 | 5.90 | 2.07 |
| 6368 (4) ● | 242.91 | 214.04 | 28.87 | 7.42 | 1.07 | 1.07 | 9.55 | 4.68 | 1.85 |
| 6369 (3) ● | 131.8 | 101.68 | 30.12 | 3.38 | 1.08 | 0.93 | 9.38 | 5.04 | 1.72 |
| 6368 (6) ● | 187.57 | 147.07 | 40.5 | 3.63 | 0.87 | 0.89 | 11.52 | 5.19 | 1.94 |
| 367 (1) ● | 150.63 | 109.99 | 40.64 | 2.71 | 0.96 | 0.95 | 7.86 | 3.77 | 1.88 |

**注：★ 似斑状中粗粒黑云二长花岗岩；▲ 似斑状中细粒花岗闪长岩；◆ 细粒闪长岩；● 细粒辉长岩（或辉绿岩）；ΣREE 稀土总量；ΣCe/ΣY 轻重稀土比值；δEu-Eu 异常程度参数；δCe 表示 Ce 异常程度；$(La/Yb)_N$稀土元素标准化曲线斜率；$(La/Sm)_N$轻稀土之间分馏程度；$(Cd/Yb)_N$重稀土之间分馏程度；样品测试单位：宜昌地质矿产研究所测试中心。**

万方数据

微量元素和稀土元素含量与洋脊花岗岩（ORG）相比，Y、Yb、Zr 偏低，Ta、Sm 与之相近，Rb/Sr 值为 0.06～3.08，明显高于地幔值（0.025），接近或高于大陆壳均值（0.24），表明成岩物质以壳源为主，亦有幔源性质的物质加入；二长花岗岩 $\partial$Eu 为 0.25～0.53（平均 0.42），与壳型花岗岩平均值（0.46）相近；岩石洋脊花岗岩标准化曲线形态与同碰撞花岗岩相类似（图 4）。

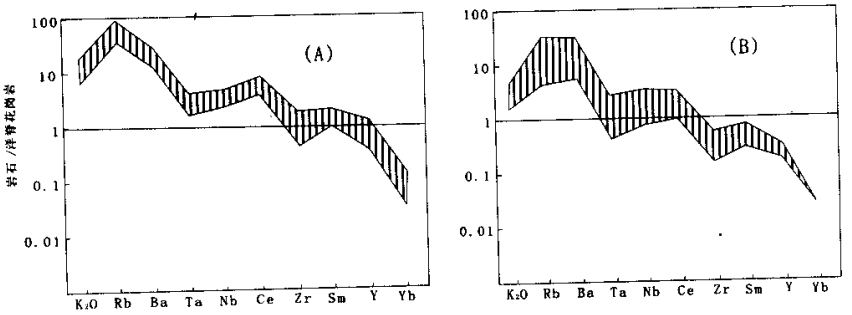



**图 4　苏吾什杰岩体洋脊花岗岩（ORG）标准化曲线**

Fig. 4　Normalized curve of ORG in Suwushijie rock mass

A. 二长花岗岩，花岗闪长岩，闪长岩；B. 辉长岩

## 2　岩体成因类型、形成构造环境分析

如上所述，苏吾什杰岩体（群）岩石组合总体显示成分演化（中基性→酸性）的特点，亦具有结构演化（细粒似斑状结构→中粗粒似斑状结构）性质，岩石化学成分上属次铝质-过铝质岩石，为钙碱性岩石系列，岩石矿物成分、岩石地球化学资料及 REE 分配型式均显示其岩浆来自混合源（地壳＋地幔），分异作用及过程以分离结晶和岩浆混合作用为主。

**表 5　测区花岗岩与造山型构造环境花岗岩类岩石化学特征对比表**

Tab. 5　The different geochemical characteristic betwecn granite in Suwushijie and granitoids origined from orogenic tectonic environment

| 参数 / 构造环境 | $SiO_2$ 含量范围（%） | 钙碱指数 | *A/CNK* | $Na_2O/CaO$ | $Na_2O/K_2O$ | MgO/(FeO) | MgO/MnO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IAG | 60～68 | 钙质-钙碱性 | 偏铝质、<0 | 0.01 | 0.4～3.0 | 0.3～0.85 | 12.0～28.0 |
| CAG | 62～76 | 钙碱性 | 偏铝-过铝质 0.9～1.15 | 4.0 | 0.4～2.0 | 0.1～0.5 | 2.0～38.0 |
| CCG | 70～76 | 钙质-碱钙性 | 过铝质，>1.0 | 2.0～10.0 | 0.4～1.5 | 0.05～0.6 | 2.0～45.0 |
| POG | 70～78 | 碱性-钙质 | 过铝、偏铝、过碱 0.85～1.25 | 2.0～18.0 | 0.6～1.2 | 0.02～0.30 | 2.0～18.0 |
| 苏吾什杰岩体（群） | 67～72 | 钙碱性 | 过铝质、1.0～1.1 | 1.0～2.4 | 0.4～0.7 | 0.27～0.36 | 11.8～17.8 |

注：IAG. 岛弧性花岗岩；CAG. 大陆岛弧性花岗岩；CCG. 大陆碰撞型花岗岩；POG. 造山期后花岗岩（据 Maniar 等，1989）。

岩体（群）花岗岩岩石化学成分与 $SiO_2$ 为（70～75）$\times 10^{-2}$ 的花岗岩变量均值比较（Petro 等，1981），多数样品与挤压型花岗岩相似，铝指数大于 1，显示“S”型花岗岩特点，少数样品则与张裂型花岗岩相似[2]；与 Maniar 等（1989）划分的造山带构造环境各类花岗岩相比（表 5），多数样品与大陆碰撞型花岗岩（CCG）相似，少数样品则与造山期后花岗岩类似[3]；岩石洋脊花岗岩标准化曲线形态与同碰撞花岗岩相似；在不同构造环境花岗岩的非活动元素判别图上（Pearce，1984），多数样品落入

万方数据

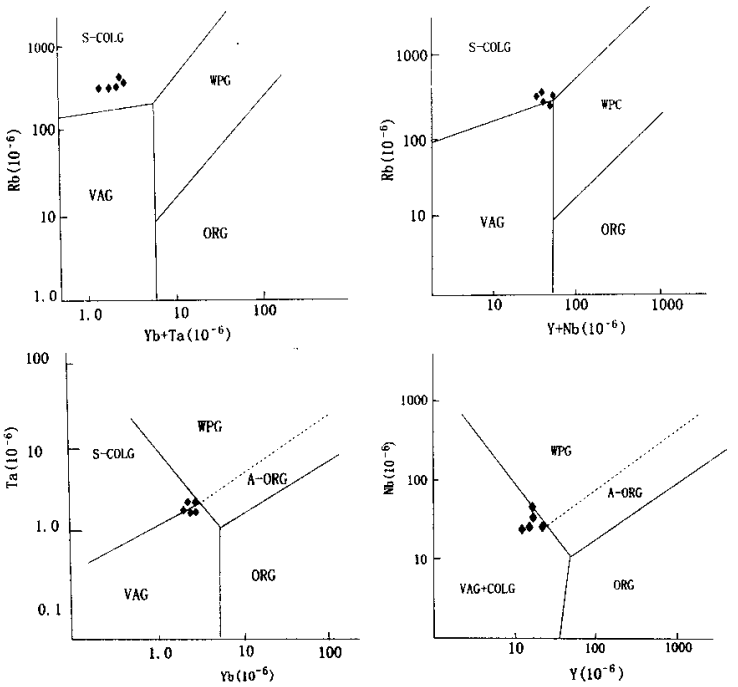



**图 5 不同构造环境花岗岩非活动元素图解**

Fig. 5 Sketch showing inactivity elements of granitoids in different tectonic environment

S-COLG. 同碰撞花岗岩；WPG. 板内花岗岩；ORG. 洋中脊花岗岩；VAG. 火山弧花岗岩；A-ORG. 异常洋中脊花岗岩

同碰撞花岗岩区（图 5），总体反映了板块俯冲—碰撞或碰撞后陆内伸展的地球动力学环境。

岩体空间展布明显受区域深大断裂控制，岩体定位机制属复合定位。其中，构造扩展（岩体内普遍发育叶理构造，其产状平行岩体边界，说明叶理属岩体内部构造，为同侵位构造）和岩浆侵吞作用（含围岩捕掳体）两种机制占主导地位；从不同岩石类型现存空间位置分析，从早到晚该岩体（群）不同岩石类型侵位具有由南向北迁移特点。

## 3 侵位时代讨论

前已述及，苏吾什杰岩体（群）的形成与区板块作用相关连，说明岩体的侵位应晚于蛇绿岩的形成。本次区调在北阿尔金（红柳沟—拉配泉）蛇绿构造混杂岩带之南的基性杂岩—辉长岩中获得 474.9±1.7 Ma 的单颗粒锆石 U-Pb 测年结果；在该带高压变泥质岩石中前人曾获得多硅白云母 $^{40}Ar$-$^{39}Ar$同位素年龄为 574.688±2.5 Ma[4,5]，代表了显生宙初期塔里木东南边缘俯冲增生的一次构造热事件；在南阿尔金（清水泉—茫崖）蛇绿构造混杂岩带中，前人曾获得玄武岩的 Sm-Nd 等时线年龄为 481.3±53 Ma[6]，该年龄基本代表了蛇绿岩的形成年龄。

区域上苏吾什杰岩体（群）侵位于中元古代塔昔达坂群（叠层石组合为标准的蓟县纪分子），说明其形成于蓟县纪之后，前人曾在该岩体中采用不同的方法先后获得不同的同位素测年结果。其中，国外学者（Edwar R. Sobel 和 Nicolas，1999）在二长花岗岩中获得白云母 $^{40}Ar$-$^{39}Ar$ 同位素年龄为 413.8±7.4 Ma[7]，国内学者（崔军文等，1999）在二长花岗岩中获得全岩 Rb-Sr 等时年龄 491.3±4.6 Ma[8]，两者年龄值相差较大，而且后一年龄值与前述地质解释相矛盾；由于 Rb-Sr 等时线法最大的缺

万方数据

陷是 Rb 的流动性，极易形成开放系统，获得的测年结果值得深究。为此，笔者认为 413.8±7.4 Ma 的白云母$^{40}Ar$-$^{39}Ar$ 年龄值基本上代表了苏吾什杰岩体（群）的侵位时代，其形成于早古生代晚期（志留纪）。

苏吾什杰岩体（群）和南、北阿尔金蛇绿构造混杂岩带形成年龄的相近性进一步说明，早古生代时阿尔金地区曾发生过较大规模的板块俯冲碰撞作用（北早南晚），构造岩浆作用十分活跃，苏吾什杰岩体（群）的形成与这一时期的板块俯冲碰撞作用相关连。

致谢：本文在编写过程中，黄玉华同志给予了支持和帮助，在此表示感谢。

## 参考文献：

[1] 肖庆辉，邓晋福，马大栓，等. 花岗岩研究思维与方法［M］. 北京：地质出版社，2002.

[2] 刘肇昌. 板块构造学［M］. 成都：四川科学技术出版社，1985.

[3] 陈宣华，王小凤，等. 阿尔金山北缘早古生代岩浆活动的构造环境［J］. 地质力学学报，2001，7(3)：193-200.

[4] 车自成，刘 良，刘洪福，等. 阿尔金山地区高压变质泥质岩石的发现及其产出环境［J］. 科学通报，1995，40 (14)：1298-1300.

[5] 刘 良，车自成，等. 阿尔金高压变质带的特征及其构造意义［J］. 岩石学报，1999，15 (1)：57-63.

[6] 刘 良，车自成，等. 阿尔金茫崖地区早古生代蛇绿岩的 Sm-Nd 等时线年龄［J］. 科学通报，1998，43 (8)：880-883.

[7] Edward R. Sobel and Nicolas Arnaud. A possible middle Paleozoic suture in th Altyn Tagh，NW China［J］. TECTONICS，1999，18 (1)：P64-74.

[8] 催军文，唐哲民，邓晋福，等. 阿尔金断裂系［M］. 北京：地质出版社，1999.

# The geological features of Suwushijie rockbody (group) in Altyn Tagh middle-zone

XIAO Pei-xi

(*Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources*, *Xi'an* 710054, *China*)

**Abstract**: The Suwushijie rockbody (group) distributed on the meso-epimetamorphic uplift area of the A-Zhong massif is a large scale multi-body, and contact relationship between different types of rocks is clear. Their invaded order from early to late is gabbro-diabase → diorite → porphyroid granodiorite → fine granular adamellite → porphyroid medium-coarse-grained adamellite. As a whole, the characteristics of components and tectonic evaluation have been showed in this order mentioned above. The lithogeochemical data proves that this rock group is similar to S-COLG and shows characteristics of source-mixed granite from mantle source rock and crust source rock. Isotope age indicates that the invaded age of this group is in late period of Early Paleozoic and relates to subduction of the subducting plate.

**Key words**: Altgn Tagh middle-zone ; A-Zhong massif ; Suwushijie rock body (group); tectonic environment

万方数据

# 阿尔金山中段苏吾什杰岩体(群)地质特征

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 校培喜
作者单位： 西安地质矿产研究所,陕西,西安,710054
刊名： 西北地质 ISTIC
英文刊名： NORTHWESTERN GEOLOGY
年，卷(期)： 2003,36(3)
被引用次数： 12次

## 参考文献(8条)

1. 催军文;唐哲民;邓晋福 阿尔金断裂系 1999

2. Edward R Sobel;Nicolas Arnaud A possible middle Paleozoic suture in th Altyn Tagh,NW China 1999(01)

3. 刘良;车自成 阿尔金茫崖地区早古生代蛇绿岩的Sm-Nd等时线年龄证据 1998(08)

4. 刘良;车自成 阿尔金高压变质岩带的特征及其构造意义[期刊论文]-岩石学报 1999(01)

5. 车自成;刘良;刘洪福 阿尔金山地区高压变质泥质岩石的发现及其产出环境[期刊论文]-科学通报 1995(14)

6. 陈宣华;王小凤 阿尔金山北缘早古生代岩浆活动的构造环境[期刊论文]-地质力学学报 2001(03)

7. 刘肇昌 板块构造学 1985

8. 肖庆辉;邓晋福;马大栓 花岗岩研究思维与方法 2002

## 引证文献(12条)

1. 何碧竹. 焦存礼. 许志琴. 蔡志慧. 刘士林. 张英利 阿尔金-西昆仑加里东中晚期构造作用在塔里木盆地塘古兹巴斯凹陷中的响应[期刊论文]-岩石学报 2011(11)

2. 何碧竹. 焦存礼. 许志琴. 蔡志慧. 刘士林. 张英利 阿尔金-西昆仑加里东中晚期构造作用在塔里木盆地塘古兹巴斯凹陷中的响应[期刊论文]-岩石学报 2011(11)

3. 崔军文 南阿尔金断裂的韧性剪切作用时代及其构造意义[期刊论文]-岩石学报 2011(11)

4. 崔军文 南阿尔金断裂的韧性剪切作用时代及其构造意义[期刊论文]-岩石学报 2011(11)

5. 雷永孝. 王立社. 李慧英. 韩媛. 段星星. 李玄 阿尔金和东昆仑新太古-古元古代火山岩及变泥质岩成分对比及地质意义[期刊论文]-新疆地质 2010(2)

6. 雷永孝. 王立社. 李惠英. 段星星. 孙天理. 耿涛. 雷学武. 马中平. 李向民 新疆若羌县长沙沟基性-超基性杂岩带找矿潜力分析[期刊论文]-西北地质 2010(4)

7. 伍跃中. 王战. 过磊. 唐卓 阿尔金山西南段花岗岩类的时空变化与构造作用——来自钾钠含量变化的证据[期刊论文]-大地构造与成矿学 2009(4)

8. 陈波 阿中地块北缘库木达坂岩体群特征及锆石U-Pb测年[期刊论文]-中国地质 2007(2)

9. 毛德宝. 钟长汀. 牛广华. 王杰. 王克卓. 王宏君. 李智明 阿尔金成矿带成矿规律与找矿预测[期刊论文]-西北地质 2006(2)

10. 毛德宝. 钟长汀. 牛广华. 王杰. 王克卓. 王宏君. 李智明 阿尔金成矿带成矿规律与找矿预测[期刊论文]-西北地质 2006(2)

11. 崔建堂. 边小卫. 王根宝 西昆仑地质组成与演化[期刊论文]-陕西地质 2006(1)

12. 李建星. 王永和. 校佩曦. 孙南一. 张汉文 阿尔金断裂与周缘新生代盆地关系[期刊论文]-西北地质 2005(2)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xbdz200303003.aspx