

对新疆哈尔克山北坡上志留统 地层的新认识

高俊 肖序常 汤耀庆 赵民 王军

(北京大学地质学系)

(地矿部地质研究所)

摘要 哈尔克山北坡原定上志留统阿克牙子组角闪岩相变质岩系可能为早元古代地层,构成伊宁—中天山板块的基底;上志留统穹库什太组则为由绿片岩、蓝片岩及少量大理岩化灰岩透镜体、蛇绿岩推覆岩片构成的“变质俯冲杂岩(变质混杂岩)”组合。

新疆区调队(1978)在 1:20 万昭苏幅填图时,将分布于哈尔克山北坡、那拉提山南坡科克苏河上游一带原定为中天山中央隆起带(中天山结晶轴)的太古界、元古界变质岩系(西尼村,1954^[1];黄汲清,1954^[2];胡冰,1964^[3])定为上志留统阿克牙子组(S_3a)和穹库什太组(S_3q)。笔者根据 1992 年夏季对科克苏河剖面的考察成果,综合室内研究和近年来新获得的同位素年龄资料,对该套地层提出一些新认识,供地学界同仁们商榷。

1 科克苏河剖面介绍

剖面位于特克斯县南科克苏河,自阿拉善温泉到康卡尔沟(图 1),直线距离 21km。沿剖面自北向南,岩石的变质程度有明显差异,可划分为角闪岩相带(高温低压变质带);绿片岩相黑云母带、绿泥石带和蓝片岩相带(高压低温变质带)。其中 F_3 断裂至 F_1 断裂北侧为一宽约 10km 的大型韧性剪切带,是叠加在角闪岩相带和低绿片岩相黑云母带、绿泥石带之上的高应变集中带。剪切带中心部位遭到后期钾长花岗岩侵入的破坏。

K_{11} 至 K_{52} 地质点出露的岩石类型有斜长角闪岩、黑云斜长变粒岩、黑云斜长片麻岩、大理岩及其各类糜棱岩等一套角闪岩相变质岩系,相当于新疆区调队命名的上志留统阿克牙子组。该组在木札尔特河长阿吾子沟北、菁布拉克一带出露的岩石类型还有含矽线石黑云母石英片岩、铁铝榴石黑云母石英片岩、黑云角闪斜长变粒岩等。

K_{51} 至 KK_2 地质点出露的岩石类型有黑云白云奥长质糜棱岩、绿泥绿帘钠长质糜棱岩、钠长绿帘质超糜棱岩、绿泥阳起钠长片岩、含黑硬绿泥石绿泥白云母钠长片岩、含石榴石绿泥白云母钠长片岩、大理岩、石榴蓝闪片岩、绿泥绿帘蓝闪片岩、白云钠长蓝闪片岩、多硅白云母蓝闪石英片岩等。新疆区调队(1978)将这套绿片岩、蓝片岩层命名为上志留统穹库什太组。西延至木札尔特河长阿吾子沟,该套地层中夹有由蛇纹石化辉橄岩、辉长岩构成的蛇绿岩推复岩片。

2 穹库什太组地层的原岩类型

由于蓝片岩相和绿片岩相变质作用及多期韧性变形的叠加,穹库什太组的原岩结构、构造保存

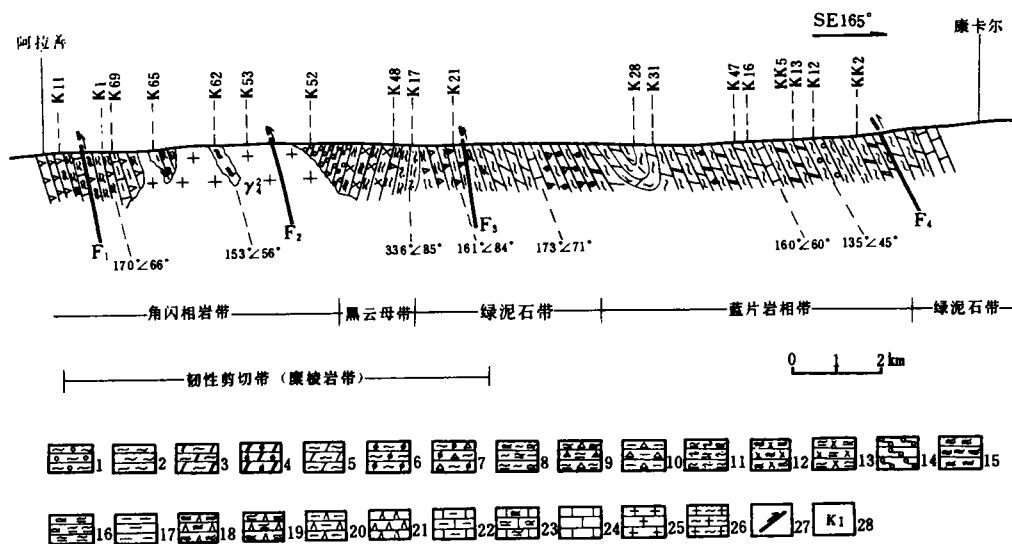


图1 科克苏河地质剖面图
Fig. 1 Geological section of the KoK Su River

1—含石榴绿泥白云母钠长片岩;2—绿泥白云母钠长片岩;3—蓝闪片岩类;4—阳起石化绿帘蓝闪片岩;5—含黑硬绿泥石绿泥白云母钠长片岩;6—绿帘阳起石片岩;7—绿泥阳起钠长片岩;8—绿泥白云钠长质糜棱岩;9—绿泥绿帘钠长质糜棱岩;10—钠长绿帘质超糜棱岩;11—黑云白云钠长质糜棱岩;12—黑云白云奥长质初糜棱岩;13—黑云白云奥长质糜棱岩;14—糜棱岩化黑云斜长变粒岩;15—长英质初糜棱岩;16—长英质糜棱岩;17—长英质超糜棱岩;18—斜长角闪质初糜棱岩;19—斜长角闪质糜棱岩;20—斜长角闪质超糜棱岩;21—斜长角闪岩;22—超糜棱大理岩;23—糜棱大理岩;24—大理岩、大理岩化灰岩;25—钾长花岗岩;26—片麻状花岗岩;27—脆性断层;28—野外地质点号

甚少,仅个别露头的蓝片岩具变余杏仁构造。本文借助科克苏河剖面中绿片岩、蓝片岩的岩石化学成分(表1)、微量元素含量(表2)和稀土元素丰度进行了原岩恢复的研究。

根据尼格里值(al-alk)-C、(al-fm)-(C+alk)-Si及原子数 $[(Al+Fe+Ti)/3-K]-[(Al+Fe+Ti)/3-Na]$ 图解的判别,蓝片岩的原岩复杂多样,有变基性火山岩和变沉积岩两大类型。变基性火山岩显示贫硅、富碱特点, SiO_2 平均含量47.52%, (Na_2O+K_2O) 平均含量5.34%, K_2O 平均含量1.42%,在 $SiO_2-(Na_2O+K_2O)$ 图解上全部落入碱性玄武岩区。其稀土分配曲线(图2)表明:1、2、3样品为LREE富集、HREE平坦的E型洋中脊玄武岩, La/Sm 平均值为3.28, $(La/Yb)_N$ 平均值为5.60;6样品则具LREE略亏损、HREE平坦的N型洋中脊玄武岩的特点, La/Sm 为0.76, $(La/Yb)_N$ 为0.82。但1、2、3、6样品经 $FeO/MgO-TiO_2$ 、 $Ni-Ti/Cr$ (图3)、 $Zr-Ti$ (图4)判别,均为洋中脊拉斑玄武岩(洋底拉斑玄武岩)。因此变基性火山岩类蓝片岩的原岩主要为洋中脊拉斑玄武岩向碱性玄武岩过渡的E型洋中脊玄武岩,少数为N型洋中脊玄武岩。变沉积岩与变基性火山岩相比, SiO_2 含量明显增加, FeO 、 MgO 含量降低,有泥质、砂质、钙质沉积岩和杂砂岩。石榴绿帘蓝闪石英片岩(4样品)的稀土分配型式(图2)显示LREE富集、HREE平坦特点,与变基性火山岩1、2、3样品类似,说明其原岩为含E型洋中脊玄武岩质火山碎屑的杂砂岩。

与蓝片岩相伴产出的绿片岩经(al-alk)-C、(al+fm)-(C+alk)-Si、 $[(Al+Fe+Ti)/3-k]-[(Al+Fe+Ti)/3-Na]$ 、 $FeO^*/MgO-TiO_2$ 图解的综合判别,原岩亦有变基性火山岩和沉积岩两种类型。变基性火山岩显示贫硅、富碱、 SiO_2 平均含量46.4%, (Na_2O+K_2O) 平均含量3.51%, SiO_2-

(Na₂O+K₂O)图解上落入碱性玄武岩区,FeO * /MgO-TiO₂ 图解上落入洋中脊玄武岩区,说明原岩可能为 E 型洋中脊玄武岩。变沉积岩类绿片岩的原岩有泥质沉积岩、泥质碳酸盐岩、砂质沉积岩和杂砂岩。

表 1 科克苏河蓝片岩、绿片岩的岩石化学成分

Table 1 Petrochemical compositions of greenschist and blueschist along the KoK Su River valley

样品序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
标本号	K ₁₃₋₃	K ₁₃₋₆	K ₁₃₋₈	K ₁₃₋₁₄	K ₁₃₋₂₁	K ₂₆₋₁	K ₁₂₋₁	K ₁₂₋₃	K ₃₅	K ₄₃	K ₁₇
岩石类型	石榴钠长蓝闪片岩	绿帘钠长蓝闪片岩	石榴白云蓝闪片岩	石榴绿帘蓝闪石英片岩	绿泥蓝闪钠长片岩	绿帘钠长蓝闪片岩	含石榴绿泥白云钠长片岩	绿泥白云钠长片岩	含黑硬绿泥白云钠长片岩	黑硬绿泥石白云钠长片岩	黑白云钠长质初糜棱岩
SiO ₂	48.24	41.96	50.41	83.37	58.54	44.60	65.98	58.16	65.48	60.29	63.86
TiO ₂	1.71	1.45	1.89	0.28	1.05	1.62	0.54	0.43	0.64	1.05	0.68
Al ₂ O ₃	14.75	12.47	15.52	5.66	12.66	13.71	12.14	9.90	13.53	15.46	15.34
Fe ₂ O ₃	1.63	1.72	1.65	1.54	1.36	3.75	0.43	0.35	1.00	1.22	0.42
FeO	9.47	8.37	8.68	2.32	8.42	7.08	3.72	3.96	3.92	5.98	5.80
MnO	0.21	0.27	0.17	0.14	0.11	0.19	0.11	0.15	0.13	0.11	0.12
MgO	6.59	6.63	5.54	1.22	3.65	5.43	2.08	2.58	2.37	3.59	3.25
CaO	4.77	11.13	5.17	1.76	2.60	12.53	4.78	9.79	2.67	2.15	1.04
Na ₂ O	4.39	3.51	3.13	0.59	3.13	3.17	2.18	1.44	1.80	2.66	1.82
K ₂ O	1.56	0.22	1.33	1.26	1.45	0.72	2.41	1.81	2.88	2.67	3.33
P ₂ O ₅	0.22	0.27	0.32	0.07	0.22	0.19	0.15	0.15	0.19	0.24	0.18
CO ₂	4.31	8.82	1.66	0.12	3.00	4.28	3.75	8.73	2.47	0.60	0.39
H ₂ O+	2.82	2.52	3.90	1.86	3.12	2.16	1.98	2.04	2.80	4.14	3.26
Σ	100.67	99.34	99.37	100.19	99.31	99.43	100.25	99.49	99.88	100.16	99.49
尼 格 里 值	al	22.76	17.83	25.79	28.71	26.84	19.23	31.73	22.09	36.09	37.43
	fm	50.11	44.64	47.65	43.33	48.92	40.43	29.38	28.56	34.71	41.86
	C	13.38	28.93	15.62	16.23	10.02	31.94	22.71	39.70	12.99	4.61
	alk	13.75	8.60	10.95	11.74	14.24	8.40	16.18	9.65	16.21	16.10
	c/fm	0.27	0.65	0.33	0.37	0.20	0.79	0.77	1.39	0.37	0.11
	Si	126.27	101.79	142.13	717.38	210.57	106.10	292.57	220.11	296.26	222.78
	Ti	3.37	2.65	4.01	1.81	2.84	2.90	1.80	1.22	2.18	2.21
	o	0.06	0.07	0.07	0.23	0.08	0.17	0.05	0.10	0.08	0.03
	h	24.62	20.39	42.50	53.38	37.43	17.14	29.28	25.75	42.25	51.02
	k	0.19	0.04	0.22	0.58	0.23	0.13	0.42	0.45	0.51	0.40
	mg	0.51	0.54	0.49	0.36	0.40	0.48	0.47	0.51	0.46	0.47

由国家地质测试中心测定,1992。

表 2 科克苏河蓝片岩的微量元素含量
Table 2 Trace element content of blueschist of the KoK Su River valley

样品号	标本号	元素含量 (ppm)	Cr	Ni	Zr	Ti
		岩石类型				
1	K13—3	石榴钠长蓝闪片岩	107	134	150	10260
2	K13—6	绿帘钠长蓝闪片岩	191	154	119	8700
3	K13—8	石榴白云母蓝闪片岩	268	117	172	11340
4	K13—14	石榴绿帘蓝闪石英片岩	5	12	52	1680
6	K26—1	绿帘蓝闪钠长片岩	131	75	121	9720

Ti(ppm)=TiO₂%×6000(Pearce . J. A,1973),由国家地质实验测试中心测试,1992。

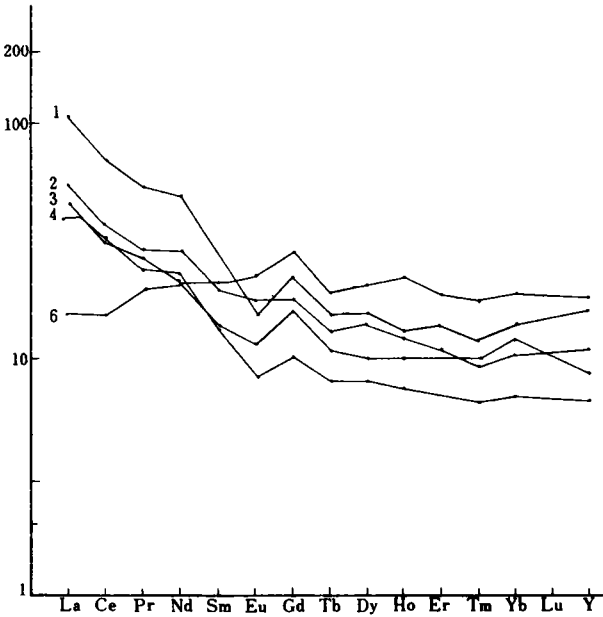


图 2 科克苏河蓝片岩的
稀土分配型式
Fig. 2 REE distribution pattern of blueschist
of the KoK Su River valley
(1、2、3、4、6 同表 2 中样品号)
1—石榴钠长蓝闪片岩;2—绿帘蓝
闪片岩;3—石榴白云蓝闪片岩;4—
石榴绿帘蓝闪石英片岩;6—绿帘钠
长蓝闪片岩

3 地层时代讨论

西尼村(1954)^{〔1〕}、黄汲清(1954)^{〔2〕}、胡冰(1964)^{〔3〕}等将分布于哈尔克山北坡的这套角闪岩相、绿片岩相、蓝闪片岩相变质岩系视为太古界、元古界地层,构成中天山结晶轴。新疆区调队(1978)在 1:20 万昭苏幅、莫合尔幅区调中发现绿片岩、蓝片岩层中所夹大理岩化灰岩透镜体内产大量晚志留世珊瑚、层孔虫等化石,据此将绿片岩、蓝片岩系定为上志留统穹库什太组,把不含化石的角闪岩相变质岩系定名为上志留统阿克牙子组或中志留统。

以矽线石黑云母石英片岩、黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩为主体的角闪岩相变质岩系,西起木札尔特河口天山牧场,经科克苏河阿拉善温泉,沿那拉提山脊附近延伸至拉尔敦达坂、艾肯达坂。天

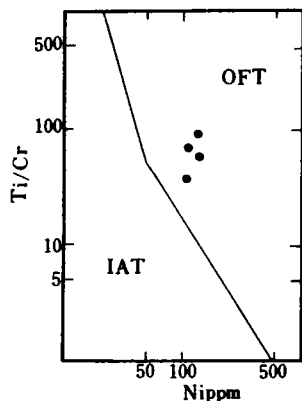


图3 Ti/Cr—Ni 图解(Beccaluva, 1979)

Fig. 3 Ti/Cr—Ni diagram

OFT—洋底拉斑玄武岩

IAT—岛弧拉斑玄武岩

(图中投点为变基性火山岩类蓝片岩)

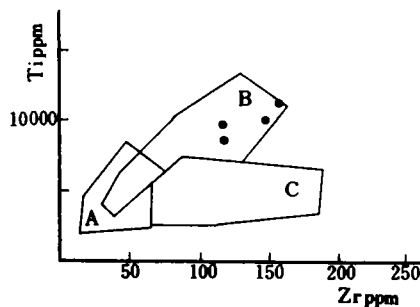


图4 Ti—Zr 图解(Pearce, 1973)

Fig. 4 Ti—Zr diagram

A—低钾拉斑玄武岩

B—洋底玄武岩 C—钙碱性玄武岩

(图中投点为变基性火山岩类蓝片岩)

山牧场黑云母石英片岩获 Sm-Nd 法年龄 $907 \pm 126\text{Ma}$ ^①, 艾肯达板片麻岩、硅质岩获 Rb-Sr 法等时线年龄 1397.07Ma (朱杰辰, 1986)^④。再考虑到那拉提山北坡小哈拉军山长城系特克斯群为千枚岩、粉砂岩、石英岩等浅变质碎屑岩^⑤, 笔者认为新疆区调队所定上志留统阿克牙子组应为早元古代地层, 与伊犁地块北缘的温泉群(Pt_1w)相当, 构成伊犁—中天山板块的基底。

对以绿片岩、蓝片岩为主, 夹少量大理岩化灰岩透镜体、蛇绿岩推覆岩片的穹库什太组的时代归属, 一直存有争议。部分学者还坚持认为属于前寒武纪地层, 主要依据是: 绢云母绿泥片岩、钠长绿泥石英片岩、蓝片岩 Rb-Sr 法年龄 729Ma (中国科学院登山科学考察队, 1985)^⑦, 绿片岩、蓝片岩 Rb-Sr 法年龄 $634 \pm 289\text{Ma}$ (王作勋, 1990)^⑥, 蓝片岩等 Sm-Nd 法年龄 $1570 \pm 63\text{Ma}$ 及阳起石片岩 Sm-Nd 法年龄 $1128 \pm 125\text{Ma}$ (王宝瑜, 1992)^⑧。而另一部分学者(新疆区调队, 1978; 张良臣、吴乃元, 1985^⑧; 肖序常、汤耀庆, 1990^⑨; 李向东, 1992^⑩)则认为这套地层应归属晚志留世, 主要依据有: 蓝片岩层中大理岩化灰岩透镜体内产大量晚志留世珊瑚化石, 石榴白云蓝闪片岩蓝闪石单矿物 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄 $350.89 \pm 1.96\text{Ma}$ (肖序常、汤耀庆, 1990)^⑨, 哈萨克斯坦境内天山地区蓝片岩的同位素年龄主要集中在 $400 \sim 460\text{Ma}$ 间(Dobretsov N. L., 1987)^⑩。

本文新获穹库什太组石榴白云蓝闪片岩多硅白云母单矿物 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄 $415.37 \pm 2.27\text{Ma}$ 、科克苏河白云母钠长蓝闪片岩蓝闪石单矿物 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄 $314.87 \pm 1.93\text{Ma}$ 、白云母单矿物 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄 $345.39 \pm 6.51\text{Ma}$ (地矿部地质研究所同位素室测定, 1993)。这套地层中所夹肢解后的蛇绿岩推覆岩片中辉长岩辉石单矿物 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法坪年龄 $439.4 \pm 26.7\text{Ma}$ (郝杰、刘小汉, 1993)^⑪。综上所述, 笔者认为穹库什太组这套地层为不同时代(前Є、 S_3)、不同原岩构成的“俯冲杂岩”经历多期韧性变形作用、变质作用叠加、改造后形成的“变质俯冲杂岩(变质混杂岩)”组合。其原岩有古洋壳岩石圈碎块、古陆源沉积物及古陆缘陆壳基底岩石等。俯冲杂岩的混杂时间可能在晚

① ⑧ 王宝瑜, 1992, 西天山地层资料。

② ⑤ 1:20 万昭苏幅区域地质调查资料。

③ ⑩ 李向东, 1992, 西天山构造资料。

志留世,变质时间自晚志留世一直延续到晚泥盆世—早石炭世(350~314Ma)。

沿哈尔克山北坡长阿吾子、科克苏河上游一带展布长近 300km、时代有争议的穹库什太组地层应为一套“变质俯冲杂岩”组合,东延被巴音布鲁克草原覆盖后,可能与库米什含蓝片岩薄层的早古生代地层相连(Gao Jun 等,1993)^[12]。而以矽线石黑云母石英片岩、黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩为主的阿克牙子组则可能为早元古地层,构成伊犁—中天山板块的基底。

4 参考文献

- [1] 西尼村,1954,中国大地构造轮廓。地质学报,第34卷,第3期。
- [2] 黄汲清,1954,中国主要地质构造单位。地质出版社。
- [3] 胡冰、王景斌、高振家等,1964,新疆大地构造的几个问题。地质学报,第44卷,第2期。
- [4] 朱杰辰、孙文鹏,1986,中天山变质岩的成岩时代及演化探讨。新疆地质,第2卷,第1期。
- [5] 陈哲夫、梁云海,1985,新疆天山地质构造几个问题的探讨。新疆地质,第3卷,第2期。
- [6] 王作勋、邹继易、吕喜朝等,1990,天山多旋回构造演化及成矿。科学出版社。
- [7] 中国科学院登山科学考察队,1985,天山托木尔峰地区的地质与古生物。新疆人民出版社。
- [8] 张良臣、吴乃元,1985,天山地质构造及演化史。新疆地质,第3卷,第3期。
- [9] 肖序常、汤耀庆、李锦轶等,1990,试论新疆北部大地构造演化。新疆地质科学,第1辑。
- [10] Dobretsov, N. L., Coleman, R. G., Liou, J. G. and Maruyama, S., 1987, Blueschist belts in Asia and possible periodicity of blueschist facies metamorphism, ofioliti, Vol. 12, 445-456.
- [11] 郝杰、刘小汉,1993,南天山蛇绿混杂岩形成时代及大地构造意义。地质科学,第28卷,第1期。
- [12] Gao Jun, Tang Yaoqing, Zhao Min, Wang Jun and Wu Hanquan, 1993, Blueschists discovered in Kumishi, South Tianshan and their tectonic significances, In: R. G. Coleman, ed., Reconstruction of the paleo-Asian ocean, VSP International Publisher, 107-110.

NEW IDEAS OF THE UPPER SILURIAN AKEYAZI AND QIONGKUSHITAI FORMATIONS ON THE NORTHERN SLOPE OF THE HALIK MOUNTAINS

Gao Jun, Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Zhao Min and Wang Jun

Abstract

The amphibolite facies metamorphic rocks of the Upper Silurian Mountains are possibly of Early Proterozoic age, making up the basement of the Yining-central Tianshan plate. The Upper Silurian Qiongkushitai Formation is a "metamorphosed subduction complex" (metamorphosed mélangé) composed of greenschist, blueschist and minor marbleized limestone lenses and ophiolite nappe slabs.