第21卷 第1期
Vol.21 No.1

新 疆 地 质
XINJIANG GEOLOGY

2003年3月
Mar.2003

文章编号：1000-8845(2003)01-046-05　　中图分类号：P588.15　　文献标识码：A

塔什库尔干碱性杂岩体形成时代及其地质意义

罗照华，莫宣学，柯珊
（中国地质大学，北京　100083）

摘　要：帕米尔构造结是青藏高原变形最强烈的地区之一，区内新生代岩浆侵入活动发育，既有壳源岩浆侵位，也有幔源岩浆广泛分布。根据岩石学和地球化学研究，侵入岩可分为幔源碱性正长岩和壳源花岗岩2个系列。幔源碱性正长岩总体上由暗色正长岩、浅色正长岩和碱性花岗岩组成，其成因为岩浆不混溶作用。壳源花岗岩类成分单一，具有低共熔岩浆属性，其成因可能与幔源岩浆对地壳加热有关。利用碱性正长岩的钾长石进行 ^{40}Ar-^{39}Ar 法获得3个分别为大约23 Ma、13 Ma和8 Ma坪年龄数据，结合岩体地质特征，认为它们分别代表了碱性正长岩和花岗岩的侵位时间以及后期构造热事件。研究结果表明，岩浆活动是帕米尔构造结形成和帕米尔强烈变形的主要因素之一。

关键词：新疆；塔什库尔干；碱性杂岩；形成时代；地质意义

帕米尔构造结是印度板块与欧亚大陆碰撞、挤压变形最强烈的地区之一，是揭示青藏高原形成与演化历史的关键。根据地球物理和岩浆作用事件研究，邓晋福等[1,2]提出了青藏高原岩石圈不均一性观点，将其划分为帕米尔型、羌塘型和念青唐古拉型，分别归属为岩石圈演化的不同阶段（分别对应于早期、中期和晚期构造相）。地球物理研究表明[3]，在兴都库什与帕米尔地区，大量地震集中分布于东经 70°~72°和北纬 36°~37°范围内，震源深度小于 50 km 的浅源地震主要发生在几条褶皱山体的南麓或东麓，并与这些山脉平行；深度大于 100 km 的中源地震则密集在一起，很难再分带，震源面呈“V”字形展布，南侧地震震源面以 45°角向北倾斜，北侧以 60°向东南倾斜，震源最大深度为 300 km。这条深达 300 km 呈“V”字形展布的密集地震活动带，邓晋福等[1,2]称之为“活动的造山岩石圈冷根”，被作为岩石圈结构演化早期构造相的典型代表。然而，近年地质研究表明，帕米尔地区新生代花岗质岩浆活动异常发育[4,5]，表明该区岩石圈并不总是冷的，仅新生代这一时段，可能经历了由冷变热再变冷的转变。

王军利用采自 7 个不同高程的样品进行了磷灰石裂变径迹年龄和径迹长度的分析研究[6]，认为该区自 5 Ma 以来经历了脉动式的总体由缓慢到快速的隆升过程，实际上记录了该区岩石圈挽近地质时期变冷的历史。然而，由于磷灰石的封闭温度较低，对于揭示更早的隆升事件尚有一定问题。同时，为什么在帕米尔地区出现强烈的新生代岩浆侵入活动，它们与帕米尔的形成具有什么样的相互联系，至今仍是个谜。因此，火成岩成因与演化的研究具有重要意义。潘裕生等详细研究了塔什库尔干地区出露的新生代侵入岩类地球化学和同位素年代学，总体将其划分为苏巴什大坂黑云母花岗岩体和塔什库尔干碱性岩体，并获得了黑云母花岗岩（11.45±0.30）Ma、碱性花岗岩（11.58±0.76）Ma、碱性花岗岩 18.2 Ma 等形成年龄数据以及 9.0 Ma 和 6.7 Ma 的变质年龄数据，认为记录了花岗岩变形与高原隆升的时间。但是，对侵入岩类的岩相学特征及其演变研究较为薄弱。为此，笔者对辛滚沟一带出露的新生代侵入岩类作了再次考察，对整个杂岩体内部的岩相学演变作了较为细致的观察，并获得了 23 Ma、13 Ma 和 8 Ma 等 3 组同位素年龄数据。结合前人研究成果，笔者认为它们分别代表了碱性正长岩类和花岗岩类的侵位时间以及后期构造热事件。

1　岩体地质与岩石学

在青藏高原北部两条巨大的走滑断裂带（阿尔金断裂带和喀喇昆仑断裂带）特别引人注目，被认为是亚洲大陆最大的转换断层。沿着喀喇昆仑断裂带及其次级断裂带，展布着 6 个新生代碱性杂岩体和数个花岗岩体，其中碱性杂岩体出露面积约 400 km^2，花岗岩体约 2 000 km^2。塔什库尔干岩体是区内最大的碱性杂岩体，位于塔什库尔干县城西侧，近 NS 向展布，面积

项目资助：国家重点基础研究发展规划项目（G1998040807），中国地质调查局国土资源大调查项目（20011390006943、20011010201 和 DKD2001001）、国土资源部深部重点项目（9501204），国家“305”项目（969150703）和国家自然科学基金重点项目（F49734230）共同资助
收稿日期：2002-05-03；修订日期：2002-10-15；作者 E-mail：luozh@cugb.edu.cn
第一作者简介：罗照华（1956-），男，江西南康人，教授，博士，毕业于中国地质大学（北京），矿物岩石矿床学专业，从事造山带岩浆活动研究

万方数据

约 200 km^2,是新生代沿喀喇昆仑断裂带上升侵位的产物.该区位于青藏高原西部构造结的腹部,是青藏高原几个大面积出露新生代侵入岩的地区之一,对于探讨青藏高原的形成与演化具有重要意义.

研究表明,塔什库尔干地区的新生代侵入岩体由碱性正长岩类和偏碱性花岗岩类组成(图 1).其中碱性正长岩体中包括暗色粗粒碱性正长岩、暗色中细粒碱性正长岩、球粒状碱性正长岩、中粒碱性正长岩、斑杂状碱性正长岩、碱性花岗岩以及黑云母二长花岗岩脉和辉绿岩脉等.分别组成暗色岩系、浅色岩系和脉岩 3 个系列.

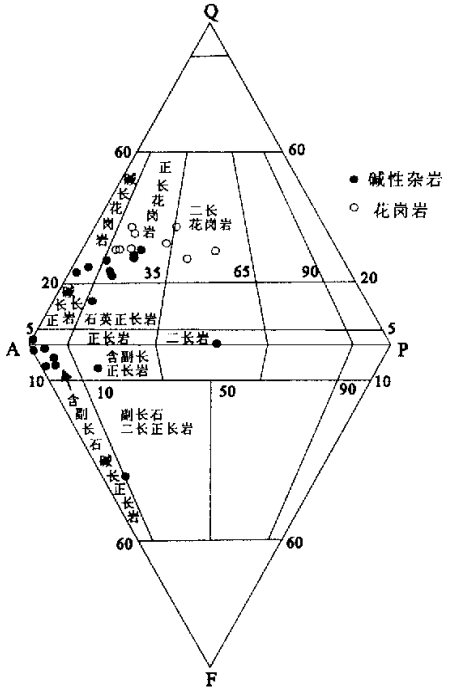


图 1　塔什库尔干碱性杂岩体的岩石类型
Fig. 1　Rock types of Taxkorgan alkaline complex

暗色粗粒碱性正长岩　是一种颜色很深的正长岩,色率 50 以上,含有大量暗色矿物辉石、角闪石、黑云母等以及粗粒钾长石.可分为两个变种,一种是细粒结构、暗色矿物大量呈包裹体形式比较均匀地出现在钾长石中,从而影响整个岩石的色率;另一种是钾长石极少含有暗色矿物包体,显得颜色略浅.两种结构变种呈渐变过渡关系.

球粒状碱性正长岩　有 3 个变种:球粒为长英质混合物的大球粒、球粒为长英质混合物的小球粒、球粒为钾长石巨斑.3 个变种均分布在暗色分异系列中.大球粒状碱性正长岩的球粒(团块)呈椭圆形,粒径大小一般为 10 余厘米左右,其含量在 5%~70%不等.球粒的成分相当于正长岩、石英正长岩或花岗岩,其组成矿物种类与基质完全相同,但不同矿物的量比有重要差别,浅色矿物明显多于暗色矿物.小球粒正长岩的性质与大球粒正长岩类似,也呈椭圆形,只是粒径比较小,一般为 1 cm 左右,并且分布不太均匀.在靠近该分异系列的下部和边部,球粒还经常作定向排列,显示流动特征.

暗色中细粒碱性正长岩　分布在暗色分异系列的下部,多与浅色中粒正长岩直接接触,主要特征是岩石颜色比较暗,但暗色矿物含量却并不是很多,风化以后经常表现为浅红色或粉红色.

斑杂状碱性正长岩　严格来说似乎不应称为斑杂状碱性正长岩,可以称为不均一正长岩.不规则的脉状物遍布于岩石中,但他们与主岩之间并没有明确的分界,显然是同时形成的.这种正长岩在剖面上的位置介于暗色中细粒碱性正长岩和小球粒正长岩之间,很可能是他们的过渡类型.

中粒碱性正长岩　或称为浅色中粒石英正长岩或英碱正长岩.手标本上即可看到含有较多的石英(10%左右).此外,主要造岩矿物为正长石和霓辉石质单斜辉石,偶尔可见角闪石和黑云母.中粒碱性正长岩是该杂岩体的主体,在卡英迪岩体中也主要见这种岩石.但是,偶尔也可以见到浅色细粒碱性正长岩,它们之间为渐变过渡关系.

碱性花岗岩　位于杂岩体的核部或呈脉状穿插在碱性正长岩中,或构成正长岩体的外壳.常见为细粒结构或似斑状结构,块状构造,有时可见钾长石斑晶的定向展布.其主要造岩矿物为钾长石,透辉石含量比较少,总体上颜色较浅.斜长石占一定比例(10%左右),其岩性介于碱长花岗岩和正长花岗岩之间.

细粒黑云母二长花岗岩　苏巴什达坂花岗岩出露在苏巴什达坂南卡拉苏一带,中巴公路的西侧,向南延伸至辛滚沟沟口.这种花岗岩成分比较均匀,局部碱性长石含量比较多,可以变化至黑云母正长花岗岩.在卡英迪村一带,见黑云母二长花岗岩中含有中粒正长岩捕虏体,可见其形成时间晚于碱性杂岩.两个黑云母 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 坪年龄极为相近,分别为(11.45±0.30) Ma 和(11.42±0.32) Ma,被认为是该岩体的可靠冷却年龄[4,5].

如图 1 所见,碱性正长岩类具有与花岗岩类完全不同的演化过程,其中碱性正长岩类沿着双三角图的左侧边缘由下往上演变,构成一个由贫石英到富含石英的演变趋势;花岗岩类变化范围很小,由二长花岗

万方数据

岩到正长花岗岩,表明它们具有不同的成因属性.

2 同位素年代学

同位素测年数据是当代地质研究最重要的手段之一,在详细岩石学研究的基础上,我们选择 3 个样品进行了单矿物年龄测定,分析结果见图 2.实验由中国科学院地质研究所 Ar-Ar 法定年实验室桑海清完成,测定仪器为英国 RGD-10 气体源质谱仪(VSS 公司).测试样品取自碱性正长岩体不同岩石类型中的钾长石,其中 Zb29-1、Zb29-10、Zb29-12 样品分别为细粒碱性正长花岗岩、中粒斑状霓辉正长岩和中粒等粒霓辉正长岩.

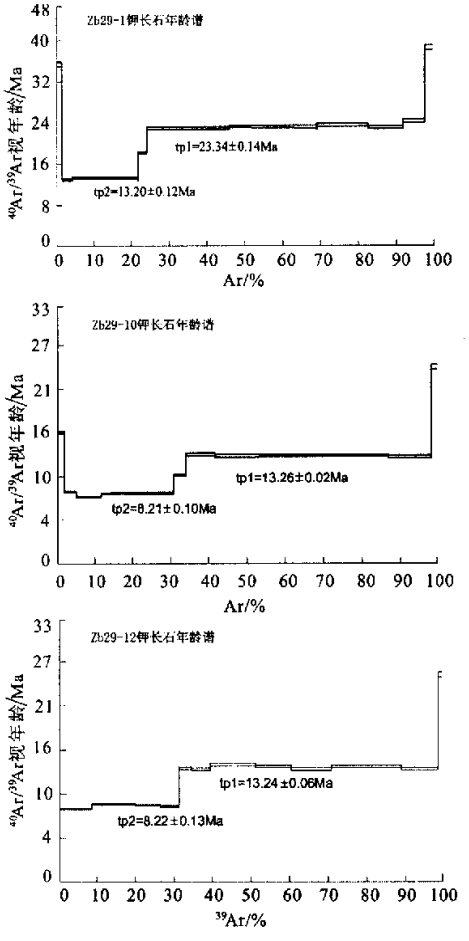


图 2 塔什库尔干杂岩体 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄图谱

Fig.2 Representative $^{40}Ar/^{39}Ar$ radiometic dating spectra of Taxkorgan igneous complex

Zb29-1——细粒碱性正长花岗岩;Zb29-10——中粒斑状霓辉正长岩;Zb29-12——中粒等粒霓辉正长岩

由图可见,3 个样品均出现一个高温阶段主坪年龄和一个低温阶段次坪年龄,它们分别为(23.34±0.14) Ma、(13.26±0.02) Ma、(13.24±0.06) Ma 和(13.20±0.12) Ma、(8.21±0.10) Ma、(8.22±0.13) Ma.对比已经发表的测年数据,新的测试结果提供了更稳定的坪年龄.内部整合一致的测年结果表明,它们记录了 3 次构造岩浆热事件,时间分别为 23 Ma、13 Ma 和 8 Ma.

3 讨论

首先,应当注意到细粒碱性花岗岩构成碱性杂岩体的边缘相并具有较老的同位素年龄.资料表明[7],矿物同位素体系时钟的启动时间与温度和海拔高程有关.根据侵入岩体内部温度分布的一般规律,边缘相具有快速冷却的特点,其放射性同位素体系封闭较早,不太容易受到岩体缓慢冷却的影响.因此,该同位素年龄(23 Ma)可以认为是或接近于碱性杂岩体的侵位年龄.根据野外地质观察,霓辉正长岩类与碱性花岗岩具有涌动性侵入接触关系,显然它们的形成时间不应当相差太久,13 Ma 的同位素测年结果与黑云母花岗岩的冷却年龄(11 Ma)比较接近,可能记录了黑云母花岗岩侵位的影响.8 Ma 的同位素年龄可能是后期构造热事件的记录,因为区内尚未发现具有相近侵位年龄的岩浆岩体.潘裕生等对木孜塔格南变质沉积岩和夏坂德花岗岩体的新构造变形年代研究表明,它们分别记录了 9.0 Ma 和 6.7 Ma 的后期改造事件,被认为与公格尔山和木孜塔格山构造抬升有关.因此,上述 3 个同位素年龄分别代表了碱性正长岩类和花岗岩类的侵位时间以及后期构造热事件.

根据野外地质观察和地球化学特征,塔什库尔干地区的新生代侵入岩类可以划分成碱性正长岩类和钙碱性花岗岩类 2 个演化系列,分别相当于 Barbalin 划分的 PAG(幔源过碱性及碱性花岗岩类,大陆隆升环境下的产物)和 KCG(混合源富钾钙碱性花岗岩类,转换构造机制下产物)类型.如图 3 所示,碱性正长岩类具有比花岗岩类更高的钾含量,并且图点分布较为分散.有趣的是,2 个岩石系列 Na_2O 含量基本相当,而 K_2O 含量则明显不同,特别是碱性正长岩类,其 K_2O 含量变化幅度达 8%之多.根据潘裕生等报道的同位素特征,岩浆可能来源于地幔源区[4,5],并显然受到了陆壳物质的混染.花岗岩类岩石图点相对集中,类似于低共熔组分,岩浆分异作用不明显.图 4 展示了碱性正长岩类的稀土元素球粒陨石标准化分布形式,它们基

万方数据

本上没有 Eu 的异常,可见岩浆具有比较深的来源.而花岗岩类则具有较明显的 Eu 负异常[4,5],是岩浆起源较浅的标志,因为没有证据表明岩浆曾经发生过斜长石的分离结晶作用.因此,2 个岩石系列不仅形成时间不同,而且岩浆来源深度也不一样.联系到岩浆的热源问题,很可能表明壳源花岗岩类的形成有赖于幔源岩浆所携带的热量.

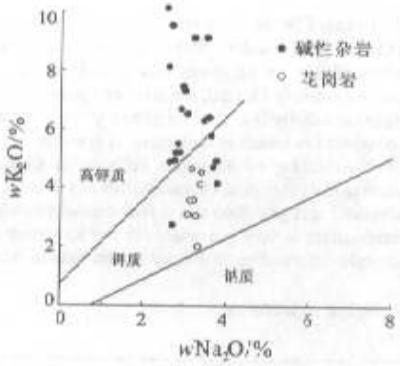


图 3　侵入岩的 Na_2O-K_2O 图解

Fig. 3　Diagram of Na_2O-K_2O of the intrusive rocks

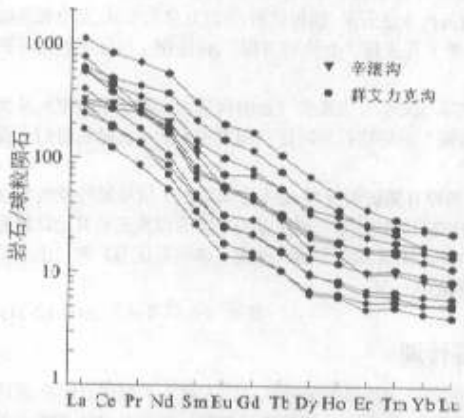


图 4　侵入岩稀土元素球粒陨石标准化分布模式

Fig. 4　Chondrite-normalized REE partition pattern of the intrusive rocks

野外观察还发现有一个暗色正长岩的跨塌现象(图 5).从辛滚沟沟口往里大约走 3 km 以后,见有大片的暗色正长岩沿沟分布,长约 3 km,宽 300 m 左右,其海拔高度比大部分暗色正长岩低约 1 000 m 左右.如图 5 所见,浅色正长岩呈不规则脉状侵入于暗色正长岩中,由上往下,浅色正长岩脉体所占比例越来越大,逐渐变成以浅色正长岩为主,而暗色正长岩呈捕虏体形式产出.因此,笔者认为这是浅色正长岩岩浆侵位时其上面的暗色正长岩崩塌陷落所致,表明岩浆侵位较浅,并处于拉张构造环境.



图 5　暗色正长岩的垮塌现象

Fig. 5　Collapse of dark syenite

花岗岩体内部构造均一,只有部分地段由于受到后期剪切作用而呈现片理化和碎裂构造.与碱性正长岩类一样,也是在后造山伸展体制下侵位的.如果 11 Ma 作为花岗岩的冷却年龄,13 Ma 为其侵位年龄,那么该岩浆体的冷却时间至少大约经过了 2 Ma.

李向东等的研究表明[8],中新世开始的 23 Ma 以来,帕米尔—西昆仑前陆地带沉降速度突然加快,认为是山体持续向北逆冲叠升的结果.从其形成时间与岩浆侵位时间的一致性看来,很可能岩浆所携带的深部热源对该区的构造变形具有重要意义.由于岩浆的形成与侵位,导致该区岩石圈更容易产生变形.在强大的构造挤压力作用下,帕米尔构造结具有比青藏高原其他部位更大的岩石圈缩短量,因而也具有更大的隆升高度和变形速率.如果这种推论是正确的,那么,帕米尔构造结的形成很可能与喀喇昆仑走滑断裂系的形成具有互为因果关系.帕米尔构造结形成过程中导致了喀喇昆仑走滑断裂系的产生,后者在切过整个岩石圈之后,为幔源碱性岩浆的形成创造了条件,而碱性岩浆的侵位又导致了地壳的升温和部分熔融,从而使整个岩石圈处于力学性质减弱的状态,加速了帕米尔构造结的形成.

参 考 文 献

[1] 邓晋福,莫宣学,罗照华,等.青藏高原岩石圈不均一性及其动力学意义[J].中国科学(D 辑),2001,31(专辑):55-63.

[2] Deng Jinfu, Mo Xuanxue, Luo Zhaohua, et al. The lithosphere Heterogeneity of Tibetan Plateau and its geodynamic implications [J]. *Science in China(D)*, 2001, 44(suppl.):56-63.

[3] 康吉文,孙克忠,魏斯禹,等.中国青藏高原及其边缘地带的地震活动特征[J].喜马拉雅地质(I),1984,211-329.

[4] 潘桂棠.喀喇昆仑山—昆仑山地区地质演化[M].北京:地质出版社,2000.

万方数据

[5] Pan Yusheng. Geological evolution of the Karakorum and Kunlun mountains[M]. Beijing: Seismological Press,1996.
[6] 王军.西昆仑卡日巴生岩体和苦子干岩体的隆升[J].地质论评,1998,44(4):435-442.
[7] 张玉泉,朱炳泉,谢应雯,等.青藏高原西部的抬升速率:叶城—狮泉河花岗岩 ^{40}Ar-^{39}Ar 年龄的地质解释[J].岩石学报,1998,14(1):11-22.
[8] 李向东,王克卓.塔里木盆地西南及邻区特提斯格局和构造意义[J].新疆地质,2000,18(2):113-120.

AGES OF TAXKORGAN ALKALINE INTRUSIVE COMPLEX AND THEIR GEOLOGICAL IMPLICATIONS

Zhao-hua Luo, Xuan-xue Mo, Shan Ke
(China University of Geosciences, Beijing, 100083,China)

Abstract: The Pamir syntaxis is one of the strongly deformatted areas in Tibetan Plateau. It underwent complex processes of formation and evolution. Meanwhile, it is one of the most developed regions with Cenozoic magma intrusions. There are extensive emplacements of magmas from both crust and mantle sources. Based on petrology and geochemistry, the intrusive rocks are divided into two series: alkaline syenitoid and granitoid respectively. Overall, the alkaline syenite massif consists of melanosyenitoid, leucosyenitoid and alkaline granite. Magma immiscibility is a very important process for the magma evolution to generate rock variations. The granitoid has a small composition variation indicating its syntexis origin related to heating crust resource by mantle-derived magma. From $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating of potassium feldspar in alkaline syenitoid, we have got three plateau ages: 23 Ma, 13Ma and 8Ma. Considering the geological characteristics of massif, it is believed that the ages represent the time of emplacement of alkaline syenitoid and granitoid and a later tectonic heating event. Compared with former researches, this study believes that the magmatism is very important for the formation of Pamir syntaxis. The magmatism is one of the main factors leading to stronger deformation in Parmir region than in other areas of Tibetan plateau.

Key words: Xinjiang;Taxkorgan;alkaline complex;age of formation;geological significance

中国将实施金伯利进程国际证书制度

国家质检总局、海关总署、外经贸部、国家经贸委、外交部、国土资源部今天发布联合公告,宣布自 2003 年 1 月 1 日起在中华人民共和国实施金伯利进程国际证书制度,以履行我国的国际义务,制止“冲突钻石”非法交易,维护非洲地区的和平与稳定.

“冲突钻石”问题主要是指非洲一些国家的反政府武装在其控制区内非法开采、销售钻石,并以此换取军火,发动和延续内乱.为遏制“冲突钻石”,南非、博茨瓦纳、纳米比亚等非洲国家于 2000 年 5 月发起“金伯利进程”,讨论建立国际毛坯钻石证书制度.世界主要钻石生产国、加工国和贸易国均参加了这一进程.

质检总局等六部委发布的公告,是根据联合国大会支持这一进程的第 55/56 号决议和《金伯利进程国际证书制度》及我国有关法律法规拟定的.根据这一公告,从 2003 年 1 月 1 日起,“金伯利进程”毛坯钻石国际证书制度规定的毛坯钻石将列入我国《实施检验检疫的进出境商品目录》.

公告要求,凡从事毛坯钻石交易的进出口商、代理商及承运人均应携带有关证明资料,向指定口岸出入境检验检疫机构办理注册登记手续.出口商在办理毛坯钻石出境手续时,应向出境口岸检验检疫机构提供非“冲突钻石”声明以及证明其出口的毛坯钻石合法性的有关资料,经出境口岸检验检疫机构查验合格后签发《中华人民共和国金伯利进程毛坯钻石证书》和《出境货物通关单》,并由出境口岸检验检疫机构按照规定对出境毛坯钻石实施检验等.

(摘自《光明日报》2002-12-31)

飞鸟离开巴尔喀什湖

巴尔喀什湖位于哈萨克斯坦的东南部,2×10^4 km^2 浩瀚的水面,茂密的芦苇给很多来过这里的人留下了深刻的印象.湖区动物种类繁多,除大量的鸥鸟、野鸭、鸬鹚和天鹅外,野猪、狼、狐狸、野兔也不罕见.但近年来,湖滨森林中的飞禽消失,树上的毛毛虫不停地吞噬着绿色,害虫的天敌麻雀很多却莫名其妙地死去,幸存者也纷纷飞离.一位生活在湖区的中年人对记者说,曾经是花园般的巴尔喀什,今年夏天好像变成了秋天,树木光秃秃的,巴尔喀什似乎变成了一座鬼城.

最初有专家认为,巴尔喀什矿山金属联合企业生产产生的含有砒霜、硫化石膏和重铁的废料是发生生态灾难的原因,因为许多死鸟是在该企业周围地区发现的.但检测报告说,废渣中所含有害物质均未超标.专家们又将死鸟送到细菌实验室检验,结果发现它们胃里空空如也.难道是因为饥饿而死亡?那又是什么原因让它们觅不到食物呢? 有两种意见:一些人认为,是由于化学粉末不断污染空气引起鸟儿中毒;另一些人认为,可能是动物流行病所致.20 世纪 80 年代中期,卡拉干达地区就发生过造成 100 万头羚羊死亡的流行病.持这种观点的专家还发现,巴尔喀什湖的鲈鱼也染上了这种流行病,并已蔓延到阿拉库里湖.这种病对人体也非常有害.

目前巴尔喀什湖鸟儿死亡的情况还不十分严重,但许多鸟儿死亡和飞离显然也不是偶然的.数年前在努林区的阿什索尔湖曾发生过类似事件.当时湖区突然有几百条鱼和部分飞禽死亡,专家发现,这是湖中有毒物质过量引起的,最后确认是当地农民为灭蝗喷洒的农药流入了湖里.由于暂时找不出鸟儿大量死亡的原因,而铺天盖地的毛毛虫又不能不灭,现在只好向湖区的林木上喷洒药物.估计毛毛虫肯定会被控制住,但离去的鸟儿何时能归来?

(摘自《光明日报》2002-11-10)

万方数据

塔什库尔干碱性杂岩体形成时代及其地质意义

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 罗照华， 莫宣学， 柯珊
作者单位： 中国地质大学,北京,100083
刊名： 新疆地质 ISTIC PKU
英文刊名： XINJIANG GEOLOGY
年，卷(期)： 2003,21(1)
被引用次数： 9次

参考文献(8条)

1. 邓晋福;莫宣学;罗照华 等青藏高原岩石圈不均一性及其动力学意义 2001(zk)

2. Deng Jinfu;Mo Xuanxue;Luo Zhaohua The lithosphere Heterogeneity of Tibetan Plateau and its geodynamic implications 2001(zk)

3. 滕吉文;孙克忠;魏斯禹 中国青藏高原及其边缘地带的地震活动特征 1984

4. 潘裕生 喀喇昆仑山—昆仑山地区地质演化 2000

5. Pan Yusheng Geological Evolution of the Karakorum and Kunlun Mountains 1996

6. 王军 西昆仑卡日巴生岩体和苦子干岩体的隆升[期刊论文]-地质论评 1998(04)

7. 张玉泉;朱炳泉;谢应雯 青藏高原西部的抬升速率:叶城-狮泉河花岗岩40Ar-39Ar年龄的地质解释[期刊论文]-岩石学报 1998(01)

8. 李向东;王克卓 塔里木盆地西南及邻区特提斯格局和构造意义[期刊论文]-新疆地质 2000(02)

引证文献(11条)

1. 马润则. 石和. 陶晓风. 刘登忠. 胡新伟 西藏措勤地区布嘎寺正长岩体正长石的40Ar-39Ar年龄[期刊论文]-成都理工大学学报（自然科学版） 2009(2)

2. 陈杰. 李涛. 李文巧. 袁兆德 帕米尔构造结及邻区的晚新生代构造与现今变形[期刊论文]-地震地质 2011(2)

3. 柯珊. 罗照华. 莫宣学 塔什库尔干新生代碱性杂岩造岩矿物化学成分及成因意义[期刊论文]-岩石矿物学杂志 2006(2)

4. 黎敦朋. 赵越. 胡健民. 李怀坤. 李新林. 周小康. 杜少喜 青藏高原西北缘中新世晚期A型花岗岩的特征及意义[期刊论文]-地质通报 2007(12)

5. 柯珊. 罗照华. 莫宣学. 张文会. 梁涛. 詹华明 帕米尔构造结塔什库尔干碱性杂岩同位素年代学研究[期刊论文]-岩石学报 2008(2)

6. 柯珊. 莫宣学. 罗照华. 詹华明. 梁涛. 李莉. 李文韬 塔什库尔干新生代碱性杂岩的地球化学特征及岩石成因[期刊论文]-岩石学报 2006(4)

7. 柯珊. 罗照华. 莫宣学 塔什库尔干新生代碱性杂岩造岩矿物化学成分及成因意义[期刊论文]-岩石矿物学杂志 2006(2)

8. 廖林. 陈汉林. 程晓敢. 林秀斌. 赵学钦. 姚琪. 周玉彬. 白琰 帕米尔东北缘新生代隆升活动:来自奥依塔格剖面砾石统计的证据[期刊论文]-地球科学-中国地质大学学报 2012(4)

9. 柯珊. 罗照华. 莫宣学. 张文会. 梁涛. 詹华明 帕米尔构造结塔什库尔干碱性杂岩同位素年代学研究[期刊论文]-岩石学报 2008(2)

10. 柯珊. 莫宣学. 罗照华. 詹华明. 梁涛. 李莉. 李文韬 塔什库尔干新生代碱性杂岩的地球化学特征及岩石成因[期刊论文]-岩石学报 2006(4)

11. 廖林. 陈汉林. 程晓敢. 林秀斌. 赵学钦. 姚琪. 周玉彬. 白琰 帕米尔东北缘新生代隆升活动:来自奥依塔格剖面砾石统计的证据[期刊论文]-地球科学-中国地质大学学报 2012(4)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xjdz200301007.aspx