

·基础地质·

藏东八宿地区泛非期花岗岩锆石SHRIMP U-Pb定年

李 才¹, 谢尧武², 沙绍礼³, 董永胜¹LI Cai¹, XIE Yao-wu², SHA Shao-li³, DONG Yong-sheng¹

1. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061;

2. 西藏地勘局区域地质调查大队, 西藏 堆龙德庆 8514000;

3. 云南省地勘局第三地质大队, 云南 大理 671000

1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China;

2. Regional Geological Survey Party, Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Doilungdêqên 851400, Tibet, China;

3. No.3 Geological Party, Yunnan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Dali 671000, Yunnan, China

摘要:卡穷细粒黑云母碱长花岗岩出露于藏东八宿县同卡地区,是藏东地区首次发现的泛非期花岗岩。卡穷微陆块呈岩片状夹持于班公湖-怒江缝合带内,卡穷岩群构成卡穷微陆块的主体,卡穷岩群是由花岗岩、花岗片麻岩、黑云斜长片麻岩、大理岩、黑云斜长变粒岩、退变榴辉岩等组成的构造地质体。卡穷细粒黑云母碱长花岗岩获得的锆石SHRIMP U-Pb年龄为 $507\text{Ma}\pm 10\text{Ma}$,为泛非事件的岩浆活动记录,进一步证实班公湖-怒江板块缝合带以南是泛非期基底,为解决青藏高原南部的构造演化问题提供了新资料。

关键词:藏东;卡穷花岗岩;泛非期;锆石定年

中图分类号:P588.12⁺1;P597⁺.3

文献标志码:A

文章编号:1671-2552(2008)01-0064-05

Li C, Xie Y W, Sha S L, Dong Y S. SHRIMP U-Pb zircon dating of the Pan-African granite in Baxoi County, eastern Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 2008, 27(1): 64-68

Abstract: The Kaqiong fine-grained biotite-alkali feldspar granite exposed in the Tonggar area, Baxoi County, eastern Tibet, is Pan-African granite that was for the first time found in eastern Tibet. The Kaqiong Group-complex is composed of granite, granite gneiss, biotite plagiogneiss, marble, biotite-plagioclase fine-grained gneiss and retrograded eclogite. It is the main part of the Kaqiong microblock that occurs as a sheet sandwiched between the Bangong Co-Nujiang suture zone. The Kaqiong fine-grained biotite-alkali feldspar granite, which has a SHRIMP U-Pb zircon age of $507\pm 10\text{ Ma}$, is the record of magmatic activity during Pan-African orogeny and further verifies that the area south of the Bangong Co-Nujiang suture is the Pan-African basement. This study provides new information for the tectonic evolution of the southern Qinghai-Tibet plateau.

Key words: eastern Tibet; Kaqiong granite; Pan-African; zircon dating

青藏高原上泛非事件影响的时间和空间是确定冈瓦纳范围的重要依据,近年来在喜马拉雅和拉轨岗日地区^[1]、安多-聂荣陆块(白志达等,待刊)等识别出了泛非期岩浆岩^[2]。笔者报道藏东八宿县同卡地区采自卡穷岩群中的花岗岩锆石SHRIMP U-Pb定年结果,并讨论其构造意义。

1 区域地质背景

卡穷花岗岩出露于藏东八宿县同卡地区,大地构造位置为夹持于班公湖-怒江缝合带内的微陆块,以往多称为卡穷微陆块(图1)。在藏东丁青南东的觉恩,班公湖-怒江缝合带分出南北2支,南支为

收稿日期:2007-06-29;修订日期:2007-11-21

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:40672147)与中国地质调查局项目(编号:200113000065)联合资助。

作者简介:李才(1953-),男,教授,从事青藏高原大地构造与区域地质研究。E-mail:licai010@126.com

邓果-瓦库断裂带,北支为郭庆-邦达断裂带,2支断裂在左贡县的东坝一带会合,呈北西-南东向的构造片体。卡穷微陆块的主体由卡穷岩群、侏罗纪二长花岗岩和三叠纪-侏罗纪沉积岩组成。卡穷岩群沿邓果-瓦库断裂带北东侧呈北西-南东向展布,出露面积约400 km²,构成卡穷岩片的主体成分。卡穷岩群为一套中高级变质岩系,主要由矽线黑云斜长片麻岩、矽线蓝晶石榴斜长片麻岩、二云片麻岩、黑云二长片麻岩、矽线黑云斜长变粒岩、斜长角闪岩、花岗质片麻岩、花岗岩组成,在花岗质片麻岩中见有退变质榴辉岩包体产出^[3]。卡穷岩群与三叠纪-侏罗纪沉积岩呈断层接触,被侏罗纪二长花岗岩侵入。

2 样品采集及定年结果

2.1 取样剖面及样品特征

取样剖面北东起于郭庆乡嘎久囊库曲尾,南西止于同卡乡卡穷沟口(图2),是西藏地质矿产局委托四川省区域地质调查大队一分队(1994)在完成八宿县幅1:20万区域地质调查时所作的路线剖面^①,2005年西藏区域地质调查大队谢尧武等重新观察并取定年样品。剖面上卡穷岩群被侏罗纪二长花岗岩侵入,与上三叠统一侏罗统俄学雄岩组呈断层接触,出露的视厚度大于4650 m。八宿县同卡乡卡穷沟卡穷岩群路线剖面(图2)描述如下^①。

7. 弱片麻状细粒黑云母碱长花岗岩(样品:KQ05),上部含石榴子石,顶部粗糜棱岩化(未见顶) >600 m
6. 混合岩化黑云母斜长片麻岩、混合岩化黑云斜长变粒岩及含矽线黑云斜长变粒岩,在黑云母斜长片麻岩中见有退变质榴辉岩包体 >350 m
5. 弱片麻状细粒黑云母碱长花岗岩 300 m
4. 混合岩化黑云斜长片麻岩、含矽线黑云斜长片麻岩及条带状混合岩 1200 m
3. 黑云二长花岗片麻岩及混合岩化黑云斜长片麻岩 >800 m
2. 黑云斜长片麻岩 600 m

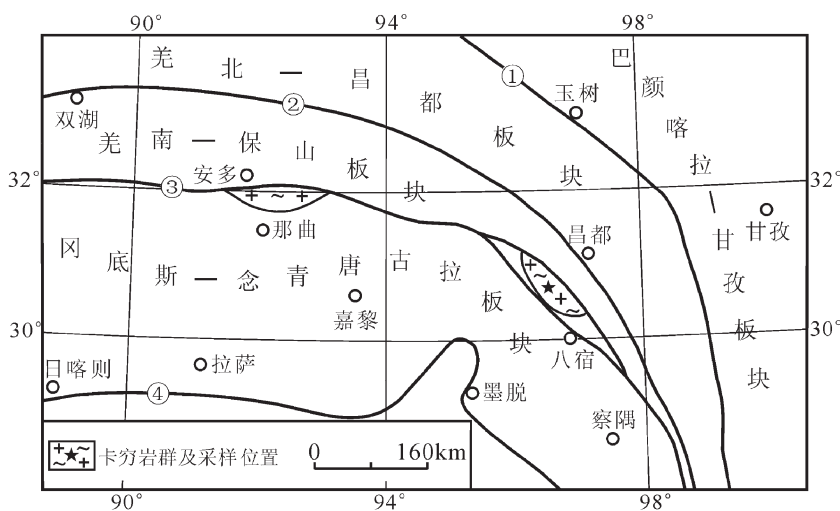


图1 藏东八宿地区构造简图及卡穷岩群分布图

Fig. 1 Tectonic map of the Baxoi area, eastern Tibet, showing the distribution of the Kaqiong Group-complex
①西金乌兰-金沙江缝合带;②龙木错-双湖-澜沧江缝合带;
③班公湖-怒江缝合带;④印度河-雅鲁藏布缝合带

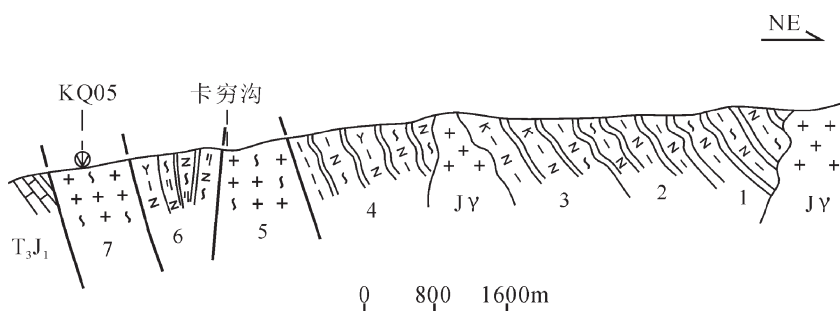


图2 藏东八宿地区卡穷岩群路线剖面(据西藏地质矿产局,1994,有补充)

Fig. 2 Travers section of the Kaqiong Group-complex in Baxoi, eastern Tibet
T₃J₁-三叠纪-侏罗纪沉积岩;JY-侏罗纪二长花岗岩

1. 混合岩化黑云斜长片麻岩(未见底) >800 m

年龄样品采自于剖面的第7层,样品编号为KQ05。样品岩性为弱片麻状细粒黑云母碱长花岗岩,矿物组成为斜长石(3%~5%)、微斜长石(35%~40%)、条纹长石(15%~20%)、黑云母(1%~2%),矿物粒度在0.2~0.5 mm之间,细粒结构,块状构造。花岗岩氧化物的含量:SiO₂为77.15%,TiO₂0.10%,Al₂O₃12.39%,TFe₂O₃0.68%,MnO0.03%,MgO0.09%,CaO0.74%,Na₂O3.15%,K₂O4.86%,P₂O₅0.03%(西北大学大陆动力学教育部重点实验室采用ICP-MS法分析)。

在八宿县同卡乡俄学雄卡穷岩群路线剖面上,岩石组合与卡穷剖面基本相同,夹少量斜长角闪岩,下部夹有厚160m的大理岩。卡穷岩群主要为黑云斜长片麻岩、黑云斜长变粒岩,两者多发生混合岩化。其中,常见矽线石、钾长石、蓝晶石等变质矿物^①。

2.2 样品测试分析

样品加工由河北省区域地质调查所实验室完成,锆石按常规方法分选,最后在双目镜下挑选出无裂隙、无包裹体、透明干净的自形锆石颗粒,将其与数粒标样置于环氧树脂中,然后磨至约一半,使内部暴露,然后进行反射光、透射光和阴极发光显微照相,阴极发光在北京大学物理学院完成。锆石U-Pb同位素分析在中国地质科学院地质研究所离子探针中心用SHRIMP II型离子探针测定。在分析过程中,应用标准锆石TEM(417 Ma)进行元素间的分馏校正,Pb/U校正采用 $Pb/U=A(UO/U)^{24}$;采用澳大利亚国立大学地学院标准锆石SL13(年龄572 Ma,U含量238 $\mu\text{g/g}$)标定所测的锆石的U、Th和Pb含量,详细的SHRIMP分析方法和过程参阅有关文献^[5]。数据处理采用Ludwig SQUID 1.0^[6]和ISOPLOT程序^[7],衰变常数使用Steiger等推荐值^[8],普通Pb校正使用直

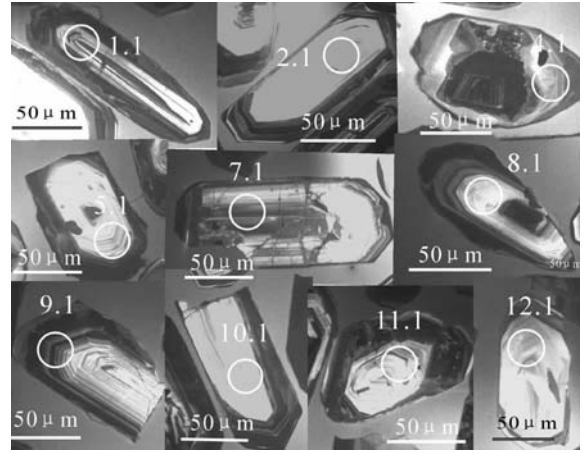


图3 卡穷岩群花岗岩的锆石阴极发光照片

Fig. 3 CL images of zircons from granite in the Kaqiong Group-complex, Baxoi, Tibet

接测定²⁰⁴Pb方法^[9]。表1中所列数据均为同一测点连续5次分析的平均值,误差为1 σ 。所有样品均采用²⁰⁶Pb/²³⁸U年龄,加权平均值为95%的置信度。

本样品共测定了12颗锆石,结果见表1,其中KQ05-3、6、11三颗锆石的晶体特征和阴极发光下反映出变质锆石的特点,测定结果与其余9颗锆石

表1 卡穷岩群花岗岩(样品KQ05)锆石SHRIMP U-Pb年龄分析结果
Table 1 SHRIMP U-Pb zircon dating of granite (sample KQ05) in the Kaqiong Group-complex, Baxoi, Tibet

分析点号	²⁰⁶ Pb _c /%	U / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	Th / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	²³² Th / ²³⁸ U	²⁰⁶ Pb* / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	²⁰⁷ Pb* / ²⁰⁶ Pb*	$\pm\%$	²⁰⁷ Pb* / ²³⁵ U	$\pm\%$	²⁰⁶ Pb* / ²³⁸ U	$\pm\%$	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U 年龄/Ma	$\pm$
KQ05-1.1	0.13	589	928	1.63	40.2	0.06146	1.4	0.671	3.2	0.0792	2.8	492	13
KQ05-2.1	0.29	290	355	1.27	21.2	0.0649	3.1	0.760	4.2	0.0850	2.9	526	15
KQ05-3.1	0.02	2400	603	0.26	117	0.05930	1.2	0.462	3.1	0.0565	2.8	354.5	9.7
KQ05-4.1	0.00	357	2141	0.62	24.3	0.05778	0.54	0.631	2.8	0.0792	2.8	491	13
KQ05-5.1	0.00	264	233	0.91	18.5	0.0711	2.9	0.801	4.1	0.0818	2.9	507	14
KQ05-6.1	0.00	1583	261	0.17	95.2	0.05890	10	0.568	3.0	0.0699	2.8	436	12
KQ05-7.1	0.00	452	434	0.99	33.1	0.06039	1.4	0.709	3.2	0.0851	2.8	526	14
KQ05-8.1	0.00	245	224	0.95	17.6	0.0698	2.8	0.806	4.1	0.0838	2.9	519	15
KQ05-9.1	0.31	207	276	1.38	15.0	0.0649	4.7	0.752	5.5	0.0840	2.9	520	15
KQ05-10.1	0.27	155	189	1.26	10.5	0.0725	3.6	0.789	4.6	0.0789	3.0	490	14
KQ05-11.1	0.00	231	207	0.93	14.8	0.0815	5.0	0.839	5.9	0.0747	3.0	465	14
KQ05-12.1	0.27	229	332	1.50	15.8	0.0669	4.7	0.741	5.8	0.0804	3.4	498	16

注:Pb_c和Pb*分别表示普通Pb和放射性Pb,应用实测²⁰⁴Pb校正锆石中的普通Pb,采用年龄为²⁰⁶Pb/²³⁸U年龄

相差悬殊,没有参加平均值计算。花岗岩锆石清晰透明,自形,多呈长柱状,颗粒较均匀,但一般粒径较大(长100~200 μm 不等),长宽比多在2:1~3:1之间。CL图像显示,锆石均发育典型岩浆成因的韵律环带结构(图3)。9个分析点的Th含量变化于 189×10^{-6} ~ 928×10^{-6} ,U变化于 155×10^{-6} ~ 589×10^{-6} ,Th、U之间具有正相关关系,Th/U比值在0.62~1.63之间,具有岩浆成因的特征^[10]。相应的测年结果表明:样品中锆石9个分析点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄变化于465~526 Ma之间,在谐和曲线上数据点成群分布(图4,9个点),加权平均年龄为 $507 \text{ Ma} \pm 10 \text{ Ma}$ ($n=9$, $\text{MSWD}=1.2$),为花岗岩的成岩年龄。表1中3.1、6.1和11.1三个锆石的CL图像显示具有典型的核幔结构,与其他锆石具有不同的成因,测试点是核部位置,3组数据分别为354.5 Ma、43 Ma和465 Ma,同时图4上也有明显的反映,有可能是另一次事件的反映。

3 卡穷泛非期花岗岩的意义

3.1 卡穷岩群时代讨论

从岩性组成分析来看,卡穷岩群是一个有待解体的构造混杂地质体,泛非期花岗岩是其中的一部分。开展八宿县幅1:20万区域地质调查时,在卡穷岩群混合岩化黑云斜长片麻岩及混合岩化黑云斜长变粒岩(相当于图2第6层)中,用锆石U-Pb法测的上交点年龄为1334 Ma。测试者认为该年龄值“代表片麻岩的形成年龄或原岩的成岩年龄”,将卡穷岩群的时代笼统地定为元古宙,并认为卡穷岩群的岩石组合、变质程度及时代均可与念青唐古拉岩群对比^①。由于测试条件的限制和缺少当时锆石的研究资料,这个年龄的地质意义变得模糊。正在进行的1:25万八宿县幅地质调查仍将卡穷岩群的时代笼统地定为古—中元古代,也有待商榷。

笔者所做的卡穷花岗岩的锆石SHRIMP U-Pb定年工作是在卡穷岩群建群的剖面上,虽然所做的锆石探针点数量较少,但是根据锆石的研究有较好的代表性, $507 \text{ Ma} \pm 10 \text{ Ma}$ 这一年龄数据有较高的可信度,卡穷岩群中至少有一部分是泛非期的花岗岩。

3.2 卡穷花岗岩的区域对比

在喜马拉雅地区和拉轨岗日地区的片麻岩中获得了一批泛非期的同位素年龄:亚东地区获年龄为 $512 \text{ Ma} \pm 10 \text{ Ma}$ 、聂拉木 $501 \text{ Ma} \pm 12 \text{ Ma}$ 、吉隆 $514 \text{ Ma} \pm 8.6 \text{ Ma}$ 、康马 $515.4 \text{ Ma} \pm 9.3 \text{ Ma}$,表明泛非事件在拉轨

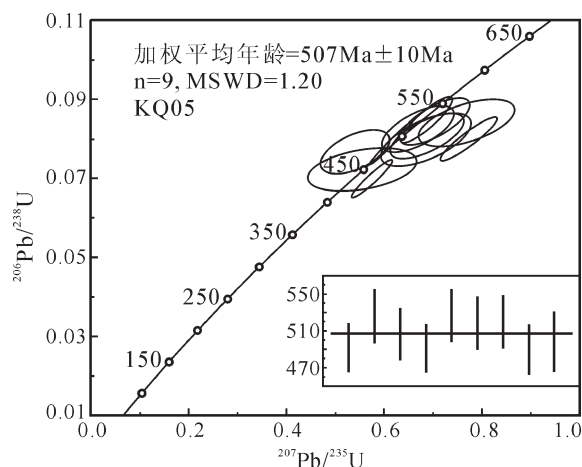


图4 卡穷花岗岩锆石SHRIMP U-Pb年龄谐和曲线

Fig. 4 SHRIMP U-Pb concordia diagram

of zircons from the Kaqiong granite, Baxoi, Tibet

岗日以南地区的存在,青藏高原南部的基底属于泛非基底^[1]。根据对原作者发表的锆石照片的分析,这些锆石以岩浆成因为主^[1]。中国地质大学在安多—聂荣微陆块的聂荣岩群(扎仁岩群)中获得英云闪长片麻岩SHRIMP年龄 $491 \text{ Ma} \pm 15 \text{ Ma}$ 、 $492 \text{ Ma} \pm 11 \text{ Ma}$;片麻状二长花岗岩SHRIMP年龄 $515 \text{ Ma} \pm 14 \text{ Ma}$ 等泛非事件的年龄(白志达等,待刊)^[2],其大地构造位置与卡穷微陆块都处于班公湖—怒江缝合带内(图1)。喜马拉雅地区、拉轨岗日地区、安多—聂荣地区和卡穷地区的基底杂岩有相似之处,以富铝变质沉积岩系和花岗质片麻岩、花岗岩为主,普遍夹有大理岩,变质程度和变形特点也相似。

3.3 卡穷泛非期花岗岩与冈瓦纳的北界

在卡穷岩群中识别出 $507 \text{ Ma} \pm 10 \text{ Ma}$ 的花岗岩证明,藏东八宿县卡穷地区也在泛非事件的影响空间内,最新的填图资料也进一步证实班公湖—怒江缝合带以南的基底是泛非基底^[11-14]。班公湖—怒江缝合带以南是冈瓦纳的一部分,由于班公湖—怒江缝合带是新特提斯缝合带,冈瓦纳的北界有可能在班公湖—怒江缝合带以北。

致谢:锆石样品制备、SHRIMP定年得到中国地质科学院地质研究所北京离子探针中心刘敦一、闫全人研究员的指导,北京大学物理学院陈晶老师协助锆石阴极发光照相,审稿人提出了宝贵的修改意见,在此一并致以诚挚的谢意。

参考文献:

- [1] 许志琴, 杨经绥, 梁凤华, 等. 喜马拉雅地体的泛非—早古生代造山事件年龄记录[J]. 岩石学报, 2005, 21(1): 1-12.
- [2] 李才, 黄小鹏, 翟庆国, 等. 龙木错—双湖—吉塘板块缝合带与青藏高原冈瓦纳北界[J]. 地学前缘, 2006, 13(4): 136-147.
- [3] 董永胜, 谢尧武, 李才, 等. 西藏东部八宿地区发现退变质榴辉岩[J]. 地质通报, 2007, 26(8): 1018-1020.
- [4] Claoue-Long J C, Compston J, Roberts C M, et al. Two Carboniferous ages: a comparison of SHRIMP zircon dating with conventional zircon ages and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analysis [M]//Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation 54. SEPM Special Publication, 1995: 3-21.
- [5] 宋彪, 张玉海, 万渝生, 等. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论[J]. 地质论评, 2002, 48(增刊): 26-30.
- [6] Ludwig K R. Using Isoplot/EX, version 2, A geochronological Toolkit for Microsoft Excel[M]. Berkeley Geochronological Center Special Publication 1a, 47, 1999.
- [7] Ludwig K R. Squid1.02: A user manual[M]. Berkeley Geochronological Center Special Publication, 219, 2001.
- [8] Steiger R H, Jager E. Subcommission on geochronology: Convention or the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology [J]. Ear. Plan. Scie. Lett., 1977, 36: 359-362.
- [9] Compston W, Williams I S, Mayer C. U-Pb geochronology of zircons from Lunar Breccia 73217 using a Sensitive High Resolution Ion Microprobe, Proc. XIV Lunar Planetary Science Conference [J]. J. Geophys. Res., 1984, 89(supp.): B525-534.
- [10] Hoskin P W O, Black L P. Metamorphic zircon formation by solid-state recrystallization of protolith igneous zircon [J]. Journal of Metamorphic Geology, 2000, 18: 423-439.
- [11] 潘桂棠, 朱第成, 王立全, 等. 班公湖—怒江缝合带作为冈瓦纳大陆北界的地质地球物理证据[J]. 地学前缘, 2004, 11(4): 371-382.
- [12] 潘桂棠, 李兴振, 王立全, 等. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. 地质通报, 2002, 21(11): 701-707.
- [13] 潘桂棠, 陈智梁, 李兴振, 等. 东特提斯地质构造形成演化[M]. 北京: 地质出版社, 1997: 121-128.
- [14] 潘桂棠, 王立全, 朱第成. 青藏高原区域地质调查中几个重大科学问题的思考[J]. 地质通报, 2004, 23(1): 12-19.
- ① 西藏地质矿产局. 八宿县幅区域地质调查报告(1:200000). 1994.

《地质通报》第 27 卷第 2 期要目预告

地球化学填图的历史发展(代总序)	谢学锦
北京市有机氯农药填图与风险评价	成杭新等
河流活性物质入海的通量: 概念与方法	周国华等
流域上游基岩与下游冲积平原土壤化学组成的对比	迟清华等
重金属元素摄入总量与健康安全评估——以湖南洞庭湖地区为例	余涛等
土地质量评估中评价单元的划分——以山西忻州盆地为例	王洪翠等
中国土地质量评价的研究现状及展望	黄勇等
土壤中 Cd 离子地球化学行为模拟实验——以山西的典型土壤为例	王亚平等
土壤中 Hg 离子地球化学行为模拟实验——以山西的典型土壤为例	许春雪等
土壤中 Pb 离子地球化学行为模拟实验——以山西的典型土壤为例	李艳艳等
太原盆地农田区大气降尘对土壤重金属元素积累的影响及其来源探讨	赖木收等
山西临汾—运城盆地土壤中 As 含量的变化规律	黄春雷等
北京郊区土壤中 DDT(滴滴涕)残留调查及评价	李娟娟等
北京平原区元素的大气干湿沉降通量	丛源等
黄河下游山东段沿岸土壤重金属元素异常的成因	孙彬彬等
河南黄淮平原土壤中 Cu 的生态安全评价	王强恒等
层次分析法在四川省通江县广纳镇土地评估中的应用	岑静等
不同放牧方式对岩溶区土壤养分的影响——以广西桂林岩溶区实验基地为例	王晓慧等