

天山北麓褶皱丘陵的特征与演化

史兴民<sup>1,2</sup>, 李有利<sup>3</sup>, 杨景春<sup>3</sup>

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062;

2. 咸阳师范学院资源环境与城市科学系, 咸阳 712000; 3. 北京大学环境学院, 北京 100871)

摘 要: 对北天山山前四排褶皱丘陵的地貌特征、组成地层与构造特征进行了研究, 在此基础上探讨了山前褶皱丘陵的演化历史。第一排褶皱形成于晚第三纪中新世。上新世晚期, 早更新世初期, 第二排褶皱开始形成。早更新世晚期, 中更新世初期, 第三排褶皱开始形成。晚更新世晚期, 至全新世以来, 第二排褶皱与第三排褶皱一直在持续隆升, 同时第四排褶皱也开始形成。

关键词: 天山北麓; 褶皱丘陵; 演化

中图分类号: P531

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)02-0311-04

Evolution and Characteristics of Fold on Northern Tianshan

SHI Xing-min<sup>1,2</sup>, LI You-li<sup>3</sup>, YANG Jing-chun<sup>3</sup>

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;

2. Department of Resource Environment and Urban Science, Xianyang Normal College, Xianyang, Shaanxi 712000, China;

3. College of Environmental Science, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Four fold hills in the north margin of Tianshan Mountains are studied. Based on landform, stratum, and tectonic of fold, the evolution history of fold is discussed. The first fold came into being at the Miocene epoch of late Tertiary Period. The second fold developed between late the Miocene and the initial stage of Early Pleistocene. The third fold developed between late Early Pleistocene and early Middle Pleistocene. The second fold and the third fold had been uplifting from later period of Late Pleistocene to Holocene, and the forth fold came into being at the same time.

Key words: Northern piedmonts of Tianshan; fold hill; evolution

天山北麓是新疆地区政治、经济与文化的中心, 也是中国西部大开发的重点地区之一。对于这一地区的地质地貌和构造活动的研究可为当地的开发和建设提供重要的基础资料。对天山北麓的活动构造、地震活动和河流地貌等前人已经作了大量的研究。山前褶皱丘陵是天山地区新构造运动的产物, 所以山前褶皱丘陵的特征与演化历史是探讨天山地区新构造活动的重要线索。

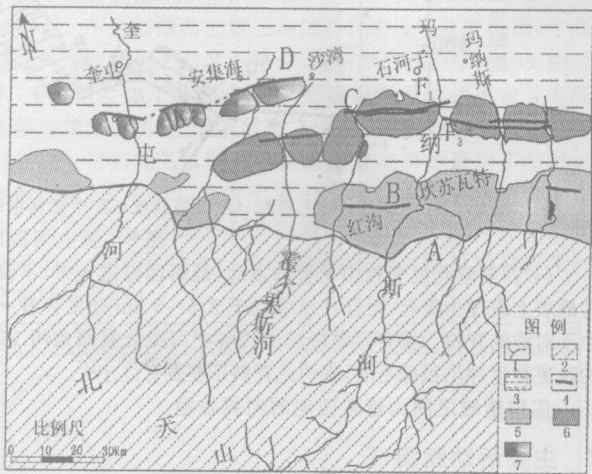
1 山前褶皱低山丘陵地质地貌特征

北天山山前地带由南向北发育有四排褶皱, 地貌上表现为低山丘陵。

(1) 山麓背斜带。第一排褶皱低山丘陵即山麓背斜带是主要由侏罗纪、白垩纪和第三纪地层等组成的背斜山脊, 卷入的最新地层是下更新统的西域组。分布在自乌鲁木齐以西至乌苏之间, 南以准噶尔南缘断裂为界, 北以南山集海—齐古断裂为界(图 1)。这一带海拔在 2 000~1 300 m 之间, 相对高度为 500 m 左右<sup>[1]</sup>。新构造时期, 背斜迅速隆起, 玛纳斯河强烈下切, 表现为深切峡谷。在坎苏瓦特以上接纳了几个支流之后, 河谷有所展宽, 在红沟附近形成了五级阶地。

(2) 玛纳斯背斜带。玛纳斯背斜带即天山北麓的第二排构造背斜带(图 1), 由玛纳斯背斜、霍尔果斯背斜、吐鲁谷背斜组成。三个背斜都表现为近东西走向的低山丘陵, 南与山麓

背斜带以向斜谷地相连, 北以冲积平原为界。



1. 水系; 2. 山地; 3. 冲洪积平原; 4. 逆断裂; 5. 山麓背斜带; 6. 玛纳斯背斜带; 7. 安集海背斜带; A. 准噶尔南缘断裂; B. 南山集海—齐古断裂带; C. 玛纳斯断裂带; D. 独山子—安集海断裂带

图 1 天山北麓褶皱丘陵与构造略图

玛纳斯背斜被玛纳斯河一分为二(图 2)。海拔高度为 800~1 200 m 左右, 相对高度为 300 m<sup>[1]</sup>, 东西长约 60 km。玛纳斯

\* 收稿日期: 2006-06-05

基金项目: 国家自然科学基金重大研究计划资助项目(90102016)

作者简介: 史兴民(1975—), 男, 博士, 主要从事地貌与环境变迁等方面研究。

背斜南部为巨大的缓坡,北部为多个东西向的山脊和山谷相间排列的丘陵,山脊多由坚硬的砾岩、砂岩等组成,低洼部分多为泥岩等组成。组成背斜的地层主要有始新统泥岩、渐新统泥岩、中新统砂岩、上新统泥岩夹砾岩和下更新统砾岩等。

霍尔果斯背斜东西长约 55km,南北宽约 9~11 km(图 2)。被金沟河和三个泉河横穿而过,将霍尔果斯背斜分为三个部分。地势高差不大,总体上西高东低。南部为巨大的缓坡,北部为多个横向山脊与山谷相间排列。核部出露地层为安集海河组、沙湾组和塔西河组,两翼由独山子组和下更新统组成。南翼地层较缓,出露齐全,北翼地层较陡,在局部地段倒转甚至缺失。在背斜核部及北翼发育有向南倾的逆断层。

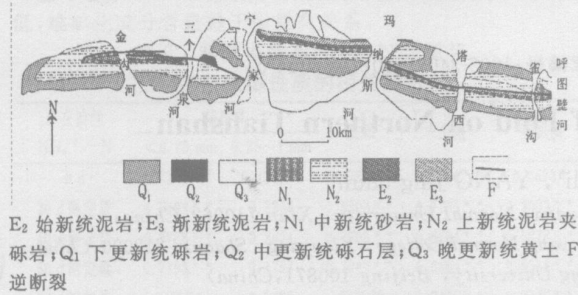


图 2 玛纳斯背斜带地质略图

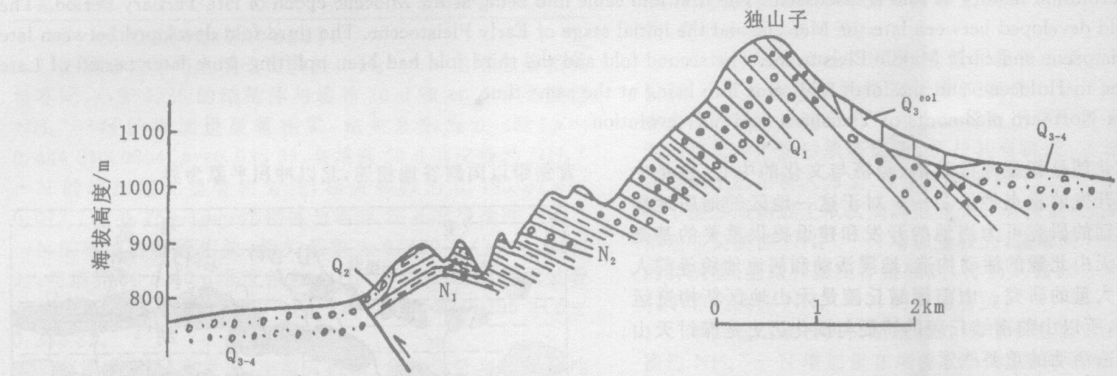


图 3 奎屯河独山子背斜地质剖面图<sup>[2]</sup>

(4)西湖隆起位于独山子背斜西北,是第四排褶皱带,不仅在地表上表现为隆起,而且在地表以下 3.5~5 km 处发育有一个不对称的背斜。横穿西湖隆起的沟谷中可见北翼倾角约 10° 的晚更新世冲洪积砾石层,表明此背斜正在发育之中<sup>[2]</sup>。

四排褶皱之间为近东西向的向斜谷地。

2 主要活动断裂

(1)准噶尔南缘断裂。准噶尔南缘逆断裂倾向向南,走向 280°~290°,长约 200 多 km,是天山与准噶尔地块的分界线(图 1),在地貌上,断裂以南为中高山,断裂以北为低山丘陵。沿天山北麓,断层三角面发育,逆断裂横穿了所有天山北麓的主要水系。在玛纳斯河上游的大白杨沟内,准噶尔南缘逆断裂上盘石英系火山角砾岩、凝灰岩,下盘为侏罗系八道沟组 and 头屯河组砂岩和泥岩<sup>[1,4]</sup>。

(2)南安集海—齐古断裂带。分布在山麓背斜带的北翼,为走向近东西向,向南倾的逆断裂。在研究出露不是很明显,仅在宁家河附近、吐鲁谷河附近有出露,表现为侏罗系地层逆冲于第三系砂岩、泥岩之上。

(3)玛纳斯断裂带。发育在玛纳斯背斜带的核部和北翼,可以进一步分为玛纳斯断裂、霍尔果斯断裂和吐鲁谷断

裂,三者倾向均向南。

吐鲁谷背斜分布在塔西河与呼图壁河之间(图 2),全长约 50 km,宽 10 km 左右。也是南坡缓,北部陡。组成地层有始新统泥岩夹砂岩、渐新统砂质泥岩、砂岩和灰岩、中新统粉砂岩、上新统砂质泥岩以及下更新统西域组砾岩等。中更新统砾石层仅零星出露,上更新统砾石与黄土主要分布在河流高阶地上。

(3)安集海背斜带。第三排褶皱丘陵分布在安集海与独山子之间,如图 1 所示,可以分为三个部分:从东向西依次为安集海背斜、哈拉安德背斜和独山子背斜。地形上表现为东西向的丘陵,三者都是北翼陡,南翼缓的不对称背斜。海拔在 600 m~1 000 m,相对高度为 200~100 m<sup>[1]</sup>。

独山子背斜分布在独山子市以南,奎屯河的两侧。核部出露最老地层为中新统灰绿色泥岩,两翼出露的地层有上新统、下更新统、中更新统和上更新统的泥岩、砾岩、冲洪积砾石层和黄土(图 3)<sup>[7]</sup>。在独山子背斜的北部有泥火山发育,现在依然不时有小气泡冒出。

安集海背斜位于安集海河的两侧,长约 30 km,宽约 5 km。安集海背斜主体由上新统泥岩夹砂岩组成,背斜两翼出露地层有上新统和更新统。

哈拉安德背斜位于独山子背斜与安集海背斜之间。长约 20 km,宽约 6 km。该背斜隆起幅度比其他背斜低,相对高差在 100 m 以内。地表的晚更新世砾石层亦发生穹隆变形。

玛纳斯断裂由在玛纳斯背斜的核部和北翼发育有两条逆断裂(F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub>)组成。发育在北翼的逆断裂使中新统的红色泥岩逆冲于第四系的砾石层之上,在地貌上形成明显的断层陡坎,是洪积扇与低山丘陵的分界线。玛纳斯背斜核部逆断裂发育在距山前约 2 km 的核部,断裂上盘为始—渐新统的安集海河组泥岩,向北逆冲于不同时代的地层之上。

根据河流阶地的研究,表明玛纳斯背斜是一个活动背斜,位于背斜段内的河流阶地发生了明显的拱曲变形,越老的阶地拱曲变形越大。图 4 为我们在玛纳斯背斜段对最高两级阶地(T<sub>5</sub>、T<sub>6</sub>)每隔 500 m 测量的高程数据曲线。可见这两级阶地发生了明显的拱曲与错断变形。

霍尔果斯断裂发育在霍尔果斯背斜的核部和北翼,由两条逆断层组成。核部逆断裂位于背斜轴部附近,长约 30 km,使沙湾组地层被错断。核部逆断裂(F<sub>4</sub>)使塔西河组逆冲于独山子组之上。山前逆断裂(F<sub>5</sub>)是背斜与洪积扇的分界线,在洪积扇和河流阶地上均有清晰的断层陡坎<sup>[2]</sup>。

吐鲁谷断裂发育在吐鲁谷背斜的核部,延伸约 40 km。在山前地段断层出露不明显,在核部有三条走向近东西向的逆断层(F<sub>6</sub>、F<sub>7</sub>、F<sub>8</sub>)<sup>[2]</sup>。F<sub>6</sub> 发育在玛纳斯河和呼图壁河之

间,长约 60 km。在玛纳斯河一带表现为塔西河组泥岩逆冲于独山子组砂质泥岩之上。该断裂错断了河流和冲沟的阶地,在地貌上留下清晰的断层崖。 $F_7$  位于  $F_6$  以北约 0.4 km 处,长约 14 km。断层上盘为安集海河组的灰绿色泥岩,下盘为沙湾组的红色砂质泥岩。 $F_8$  位于背斜最北端,长约 30 km。断层上盘为沙湾组砂质泥岩,下盘为塔西河组泥岩。这三条断层彼此平行,间隔不远。

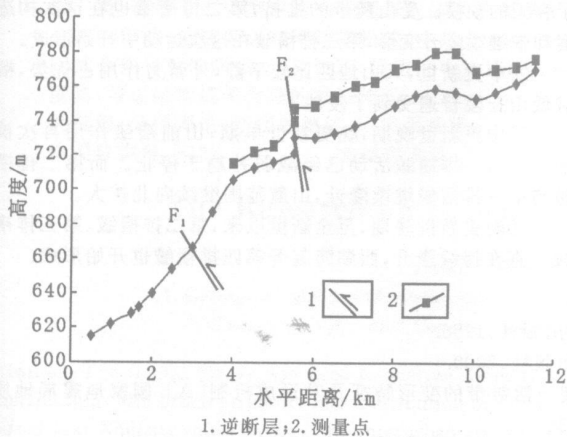


图 4 玛纳斯河阶地变形纵剖面图

(4)独山子—安集海断裂带。主要发育在独山子—安集海背斜的北翼,由一组倾向向南逆断裂组成。

独山子断裂走向近东西向,构成了独山子背斜的北部边界。断裂使上新统岩层牵引并向南倒转,同时逆冲于第四系的砂砾石层之上(图 5)。奎屯河两岸的多级阶地被该断裂错断,在阶地面上可见清晰的断层崖。

3 山前褶皱隆起丘陵的变形与活动特征

(1)山前褶皱与逆断裂的变形特征

①天山北麓的三排背斜带由南向北变形特点是:背斜核部的出露的地层由南向北依次变新;背斜隆起的幅度和规模由南向北依次变小;靠近山麓带的背斜多为长轴背斜,向北逐渐变为短轴背斜,到最北端的西湖隆起已经变为穹隆构造。

②背斜与断裂都是近东西走向,背斜多为南翼缓,北翼陡,断裂多发育在背斜核部和背斜北翼,而且都是向南倾的逆断裂。靠近山麓带的逆断裂,形成时代早,断距大,破碎带发育,活动次数多;靠近准噶尔盆地的逆断裂,形成时代晚,断距小,破碎带不发育,活动次数少<sup>[4]</sup>。

(2)三排褶皱的构造活动特征。第一排褶皱组成地层为侏罗系、白垩系、第三系和第四系下更新统的西域砾岩。在红沟煤矿以北可见,上侏罗系与白垩系之间为不整合接触,所以从卷入的地层和地层之间的角度不整合来推测,第一排褶皱可能在中生代晚期就开始作用了。另外天山地区中新世的堆积物颗粒很细,说明当时构造活动比较平静。上新世的沉积物颗粒已经开始变粗,而且出现粗细相间的沉积,说明此时天山地区已经开始发生间歇性的构造活动。早更新世沉积为西域砾岩,为粗粒的山麓相堆积,而且许多地方可见上新统和早更新统之间为不整合接触,所以上新世与晚更新世之间存在着一次新构造运动<sup>[1]</sup>。而第一排褶皱卷入的更新统地层为西域砾岩,表明第一排褶皱在早更新世仍在活动,但根据对阶地的研究,从晚更新世后,第一排褶皱的活动减弱并渐趋停止<sup>[2]</sup>。另据研究<sup>[8]</sup>,位于第一排褶皱的准噶尔南缘逆断裂在距今 3.135±0.248Ma 以来已不再有过活动。

所以第一排褶皱于中生代晚期开始形成,经过中新世的侵蚀夷平,上新世和早更新世的新构造运动而最终形成。

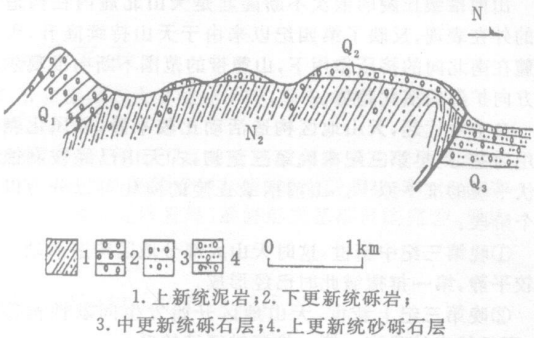


图 5 奎屯河西岸独山子断裂和背斜示意图<sup>[4]</sup>

组成第二排褶皱的核部地层为始—渐新统,两翼的下更新统和上新统之间存在轻微角度不整合,表明第二排褶皱形成于上新世末,早更新世初<sup>[1]</sup>。中更新统砾石层零星出露在玛纳斯背斜带的南翼,与下更新统之间的角度不整合非常明显,同时玛纳斯背斜带、安集海背斜带等都是由下更新统西域砾岩和第三系的岩层褶皱而成<sup>[1]</sup>,这表明在早更新世末天山地区有一次强烈的范围较大的构造活动。第二排褶皱就在这次构造活动中造就了今天的地貌特点。中更新世后第二排褶皱的活动虽然仍在活动,幅度已经不如从前。所以第二排褶皱是上新世末,早更新世初开始形成,于早更新世末活动强烈,活动幅度较大,中更新世活动不强烈,晚更新世来仍然持续活动。

第三排褶皱核部地层由中新统、上新统组成,两翼为下更新统、中更新统和晚更新统。中更新统与下更新统之间为角度不整合接触,上更新统与中更新统也是角度不整合接触<sup>[1][6]</sup>。下更新统与上第三系的产状和变形程度一致,中更新统与下伏地层为角度不整合,说明第三排褶皱于早更新世末,中更新世初开始形成,由上更新统与下伏地层也是角度不整合接触说明,上更新世第三排褶皱又一次强烈活动。此外在这一带的晚更新世—全新世的河流阶地遭到了变形和逆断层错断<sup>[3][9][10]</sup>,这表明第三排褶皱自晚更新世以来以来一直在活动。因此第三排褶皱于早更新世末,中更新世初开始形成,晚更新世又一次强烈活动,而且晚更新世以来一直在持续活动。

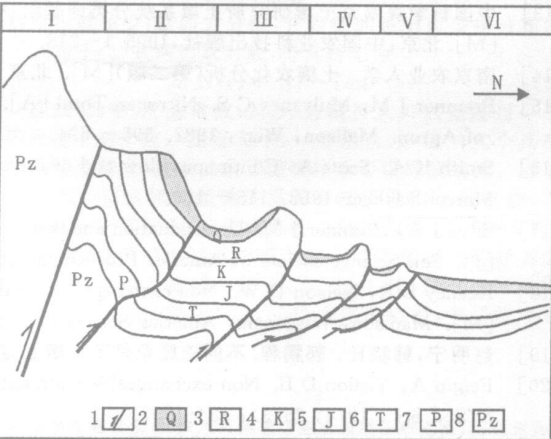


图 6 山前褶皱与逆断裂示意图



## 4 结 论

山前褶皱丘陵的依次不断隆起是天山北麓内在构造活动的外在表现,反映了第四纪以来由于天山持续隆升,天山北麓在南北向的挤压作用下,山麓带的范围不断向准噶尔盆地方向扩展的演化趋势。

自中生代起,天山地区构造活动比较平静,以风化剥蚀作用为主,到早第三纪末晚第三纪初,古天山已经被剥蚀为起伏平缓的准平原<sup>[1]</sup>。山前褶皱丘陵的演化可以分为以下几个阶段:

①晚第三纪中新世,这时天山大部分地区构造活动依然比较平静,第一排褶皱此时已经形成。

②晚第三纪上新世,天山地区开始发生间歇性构造活动,而且越来越强烈。第一排褶皱继续抬升。

③上新世晚期,早更新世初期,天山地区普遍发生了一次强烈的构造运动,岩相上表现为粗粒的西域砾岩开始沉

### 参考文献:

- [1] 中国科学院新疆地理研究所. 天山山体演化[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
- [2] 邓起东, 冯先岳, 张培震, 等. 天山活动构造[M]. 北京: 地震出版社, 2000.
- [3] 邓起东, 冯先岳, 尤惠川, 等. 新疆独山子—安集海活动逆断裂—褶皱带的变形特征及其形成机制[A]. 国家地震局地质研究所. 活动断裂研究(1)[C]. 北京: 地震出版社, 1991. 17—36.
- [4] 冯先岳, 邓起东, 石监邦, 等. 天山南北缘活动构造及其演化[A]. 国家地震局地质研究所. 活动断裂研究(1)[C]. 北京: 地震出版社, 1991. 1—15.
- [5] 彭希龄. 新疆第四纪沉积序列[A]. 干旱区新疆第四纪研究论文集[C]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1985. 121—136.
- [6] 王永兴. 天山地区第四纪构造地貌演化—活动性陆内古板缘的一种造山模式[J]. 干旱区地理, 1995, 18(1): 27—35.
- [7] 杨晓平, 邓起东. 新疆独山子背斜的断裂扩展褶皱作用[A]. 国家地震局地质研究所. 活动断裂研究(6)[C]. 北京: 地震出版社, 1998. 66—73.
- [8] 张培震, 邓起东, 徐锡伟, 等. 天山北麓玛纳斯活动逆断裂—褶皱带的变形特征与构造演化[A]. 国家地震局地质研究所. 活动断裂研究(6)[C]. 北京: 地震出版社, 1994. 18—30.
- [9] Molnar, P., Brown E T., Buchfiel B C., et al. Quaternary climate change and the formation of river terraces across growing anticlines on the north flank of the Tianshan, China[J]. Geology, 1994, 102: 583—602.
- [10] Yin A, P Craig, Harrison T M, et al. Late Cenozoic tectonic evolution of the southern Chinese Tianshan[J]. Tectonics, 1998, (17): 1—27.

(上接第310页)

- [10] 庄作权, 陈鸿从, 等. 台湾土壤铵固定的研究[J]. 西北农业大学学报, 1997, 25(4): 33—37.
- [11] 廖继佩, 林先贵, 曹志洪. 土壤固定态铵的影响因素[J]. 土壤, 2003, 35(1): 36—40.
- [12] 孙艳, 吴守仁. 壤土中固定态铵的含量及其对作物的有效性[J]. 土壤通报, 1989, 20(5): 205—207.
- [13] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类(修订方案)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 1—218.
- [14] 南京农业大学. 土壤农化分析(第二版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1981.
- [15] Bremner J M., Mulvaney C S. Nitrogen Total [A]. In: Page A L(ed). Methods of soil analysis, Part 2[M]. Am. Soc. of Agron. Malison, Wis., 1982. 595—624.
- [16] Smith K A, Scott A. Continuous flow and discrete analysis [A]. In: Smith K A(ed.). Soil analysis[M]. New York: Marcel Dekker, 1983. 115—169.
- [17] Silva J A, Bremner J M. Determination and isolooperatio analysis of different forms of nitrogen in soil. Fixed ammonium [J]. Soil Science society of America Proceeding, 1966, 30: 587—594.
- [18] Keeney D R, Nelson D W. Non-exchangeable ammonium [A]. In: Page A L. ed. Methods of Soil Analysis, Part 2 [M]. Madison, Wisconsin: America Society of Agronomy, 1982. 687—692.
- [19] 赵明宁, 韩晓日, 郭鹏程. 不同施肥条件下土壤固定态铵含量的动态变化[J]. 土壤通报, 1996, 27(2): 79—81.
- [20] Feigin A, Yaalon D II. Non-exchangeable ammonium in soils of Israel and its relation to clay parent materials [J]. Jour of Soil Sci, 1974, 25(3): 384—397.
- [21] 李忠佩, 程励励, 文启孝. 黄淮海平原土壤中的固定态铵[J]. 土壤通报, 1992, 23(5): 200—202.
- [22] 韩晓日, 郭鹏程等. 长期施肥对土壤固定态铵含量及其有效性影响[J]. 植物营养肥料学报, 1998, 41(1): 29—36.