

青藏高原昆仑山垭口地区第四纪介形虫及环境变迁的探讨

庞其清¹⁾, 刘俊英²⁾, 郑绵平^{2, 3)}, 赵希涛²⁾

1) 石家庄经济学院, 河北石家庄, 050031

2) 国土资源部盐湖资源与环境重点实验室, 北京, 100037

3) 中国地质科学院盐湖与热水资源研究发展中心, 北京, 100037

内容提要:青藏高原昆仑山垭口地区发育一套第四纪地层, 自下而上有: 惊仙组(惊仙冰碛层)、羌塘组、纳赤台沟组、三岔河组、小南川组和热水组。在羌塘组和三岔河组发现丰富的介形虫化石, 可明显地划分两个介形虫组合, 即: ① *Ilyocypris-Candona-Leucocythere-Limnocytherellina* 组合和 ② *Limnocythere-Prionocypris-Eucypris-Ilyocypris* 组合。第1组合的化石包含8属25种, 分布于羌塘组, 以其中段化石最为丰富, 该组合显示了西藏色林湖—班戈湖夏穷错组、青海阿乙亥组、陕西—河南三门峡组和华北地区泥河湾组早更新世的特征, 故含第1组合及所含地层——羌塘组的时代无疑应归属为早更新世, 但不排斥其上段上部有延至中更新世的可能。第2组合由9属12种组成, 其中有9个现生种, 该组合发现于三岔河组上部, 显示了青海中—上更新统二郎尖组, 西藏色林湖—班戈湖地区上更新统同旧藏布组的特征, 故含第2组合及其地层——三岔河组应归属晚更新世, 但其中一下部有属中更新世的可能。根据介形虫化石古生态特征和生态组合的变化及沉积特征, 羌塘组为河湖相沉积, 下段为冲积扇的粗碎屑沉积, 中段为湖相细碎屑沉积, 上段为扇三角洲粗碎屑沉积。三岔河组的中—一下部为辫状河流相的沉积, 上部为湖相沉积。青藏高原在整体上升的同时, 于早—晚更新世高原的边缘地区受到河流的切割, 而在断陷盆地则仍接受沉积。

关键词: 第四纪; 介形虫; 环境变迁; 昆仑山垭口地区; 青藏高原

昆仑山垭口地区位于青藏高原东昆仑山脉中段的东北缘, 为青藏公路和铁路的必经之路, 海拔4600~5100 m, 常年冰雪覆盖, 气候严寒。该处分布有一套晚新生代沉积地层, 上世纪60~70年代中国科学院、地质矿产部地质力学研究所、青海地质局, 1985年中英青藏高原综合地质考察队等单位, 沿青藏公路多次进行过综合科学考察, 为本区的地层、构造和第四纪地质等方面的研究奠定了良好基础, 笔者(庞其清, 1982a)曾就本区羌塘组中的介形虫化石作过一些粗浅的研究。1993年6~7月北京大学崔之久等在执行国家“八五”攀登计划——“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究”项目时, 对昆仑山垭口地区晚新生代以来的地层、构造、沉积与环境变迁等方面再次进行了全面考察, 在羌塘组、三岔河组、热水组等地层中系统地采集了介形虫样品交由笔者分析研究, 除热水组未分析出介形

虫外, 羌塘组和三岔河组均发现有保存完好的介形虫化石。2005年中国地质科学院盐湖与热水资源研究发展中心在该区考察时, 于纳赤台西和野牛沟左岸的三岔河组系统采集的一批样品, 经分析也发现有保存完好的介形虫化石。本文则主要是根据北京大学和中国地质科学院盐湖中心所采样品分析获得的介形虫化石及以往的相关资料, 就昆仑山垭口地区晚新生代的地层及其环境变迁作一探讨, 为进一步揭示青藏高原的形成、演化及生态环境演变提供可靠资料。

1 地层剖面

昆仑山垭口地区为一NW—SE向的断陷盆地, 分布有一套自上新世—更新世的沉积地层, 自下而上依次为: 昆仑砾石层、惊仙组、羌塘组、望昆冰碛层、纳赤台沟组、三岔河组、小南川组、热水组(吴

注: 本文为国家自然科学基金重点项目(编号40531002)和大地调项目(编号200313000065)资助成果。

收稿日期: 2007-09-07; 改回日期: 2007-10-22; 责任编辑: 周健。

作者简介: 庞其清, 男, 1938年生, 教授, 从事地层古生物研究。通讯地址: 050031, 石家庄槐安东路136号, 石家庄经济学院; 电话: 0311-87207206; Email: pangqq@sjzue.edu.cn。

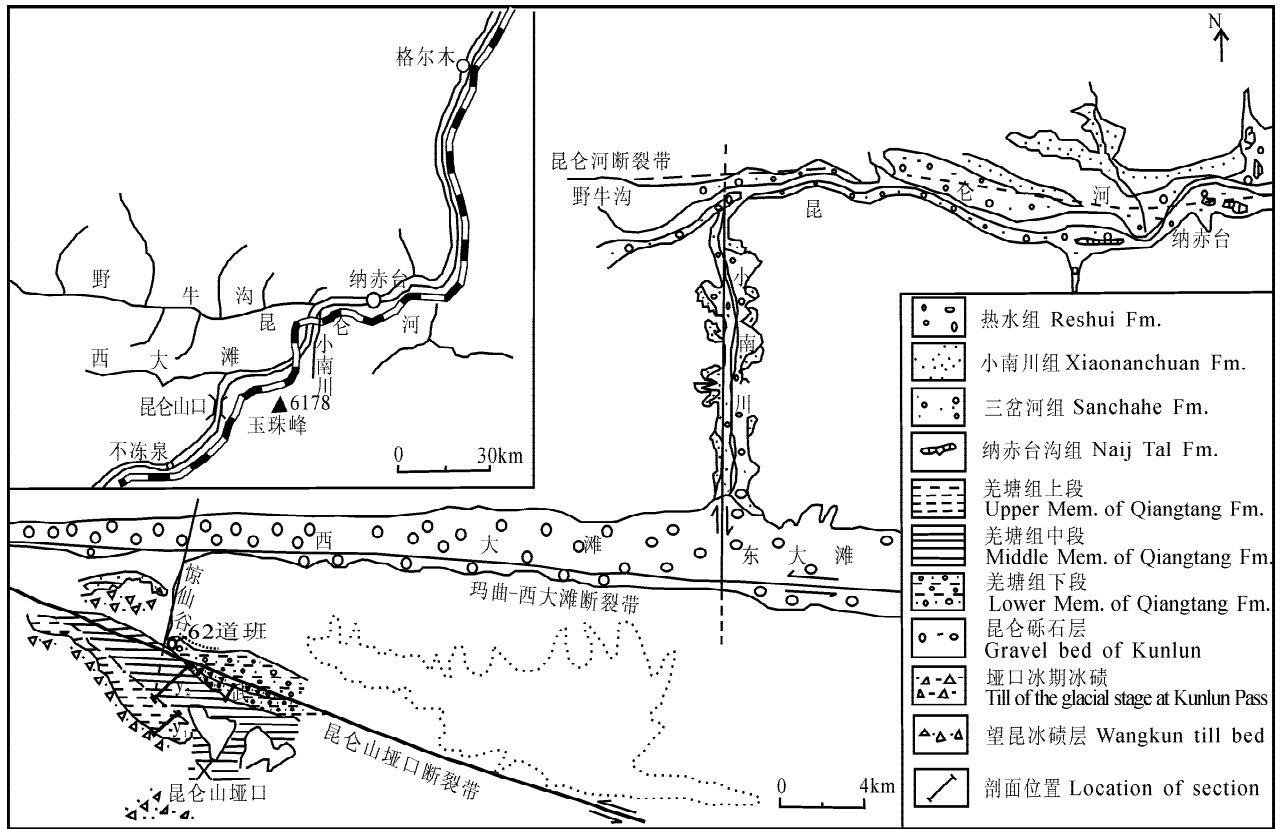


图 1 昆仑山垭口地区晚新生代地质和交通略图(据崔之久等, 1998a 修改)

Fig. 1 Map showing the Late Cenozoic geology and location of the Kunlun Pass area

(modified from Cui Zhijiu et al., 1998a)

y₁—垭口 1 号剖面; y₂—垭口 2 号剖面; 武—武警沟剖面

y₁—Pass section No. 1; y₂—pass section No. 2; 武—Wujinggou section

锡浩等, 1982a, 1982b; 崔之久等, 1998a)(图 1)。经介形虫分析仅在羌塘组和三岔河组中发现有较丰富和保存程度不等的介形虫化石, 为便于问题的探讨, 现将该两组的岩性和介形虫化石的分布层位列述于后。

1.1 羌塘组

羌塘组在青藏高原均有分布, 以昆仑山垭口一带为发育, 尤以 62 道班附近出露完好, 研究较详细, 整合覆于惊仙冰碛层之上, 不整合伏于望昆冰碛层之下, 由武警沟、垭口 2 号(y₂)和垭口 1 号(y₁)3 条剖面组成, 其层序自上而下分述如下。

1.1.1 垭口 1 号(y₁)剖面(图 2)

剖面位于昆仑山垭口北西约 2.5 km, 62 道班以南近 3 km 处, 为羌塘组的上段, 其层序自上而下如下:

上覆地层: 望昆冰碛层

~~~~~不整合~~~~~

76. 细砂层。含少量介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 2.0 m

- 75. 水草层 1.0 m
- 74. 砾石层 1.5 m
- 73. 亚粘土。含丰富的介形虫化石, 属种单一数量多: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 1.5 m
- 72. 水草层。含零星介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 0.5 m
- 71. 深灰色亚粘土。含零星介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. tropis* Huang 2.0 m
- 70. 砾石层 12.0 m
- 69. 亚粘土。含零星介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 1.5 m
- 68. 砾石层夹粉砂。含较丰富的介形虫化石: *Eucypris* sp., *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *Herpetocyperlla dvalyi* Schneider 15.0 m
- 67. 浅黄色粉砂 1.5 m
- 66. 砾石层 2.5 m
- 65. 黄色亚粘土 0.5 m
- 64. 砾石层 1.5 m
- 63. 亚粘土 0.5 m
- 62. 粗砂砾石互层夹亚粘土。含较丰富的介形虫化

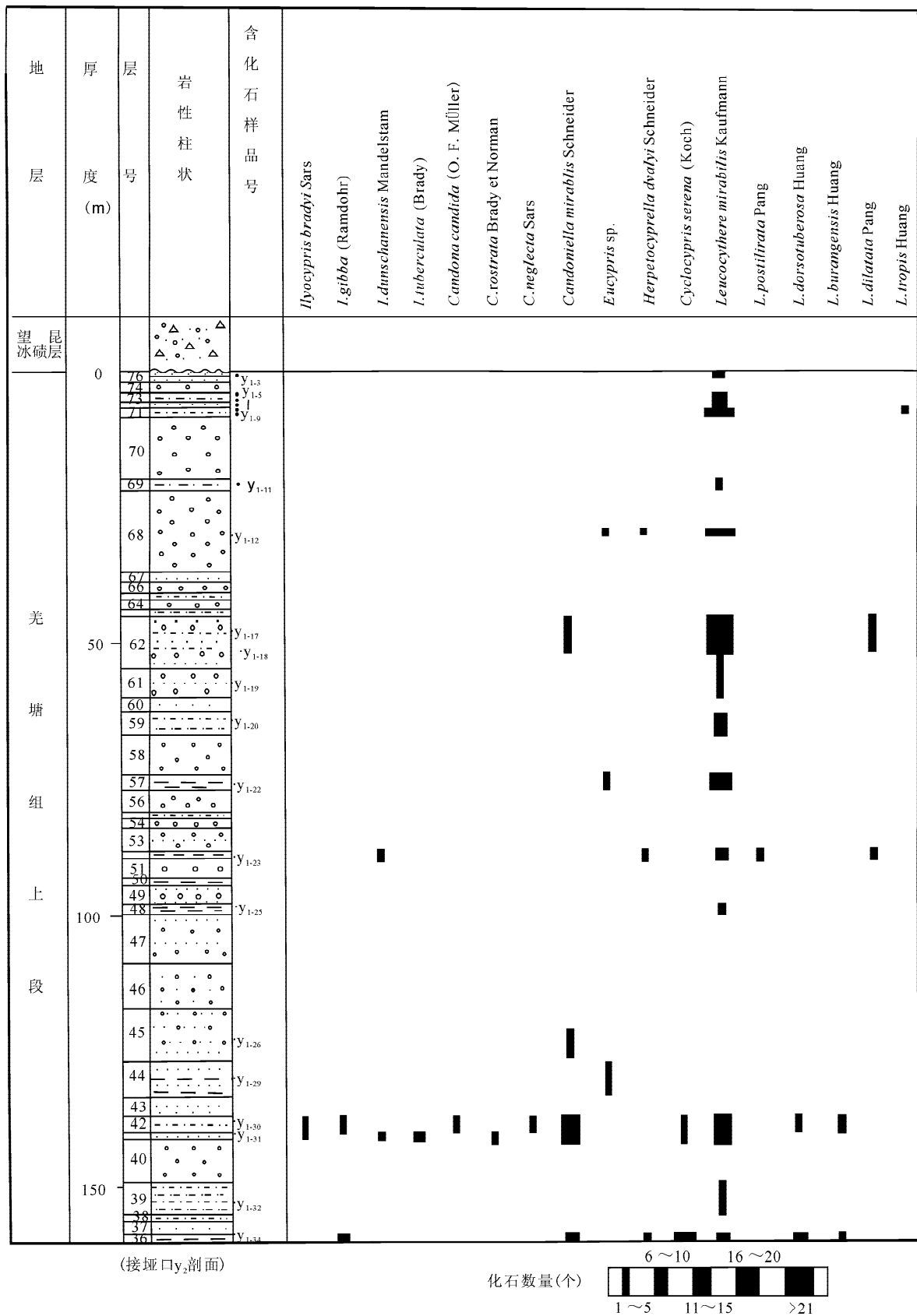


图 2 昆仑山垭口 1 号 (y<sub>1</sub>) 剖面羌塘组上段介形虫分布柱状图

Fig. 2 Column of the ostracod distribution of the Upper Member of the Qiangtang Formation at section 1 (y<sub>1</sub>) of the Kunlun Pass

- 石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. sp.*,  
*Candoniella mirabilis* Schneider,  
*Limnocytherellina dilatata* Pang 等 10.0 m
61. 砾石层夹粉砂。含零星介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 6.0 m
60. 中粗砂 3.0 m
59. 亚粘土。含零星介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 3.5 m
58. 细砾石层 7.0 m
57. 灰绿、黄绿色粘土。含较丰富的介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *Eucypris sp.* 3.0 m
56. 砾石层 4.0 m
55. 亚粘土 1.0 m
54. 细砾石层 1.5 m
53. 砾石、细粉砂互层 4.0 m
52. 兰灰色粘土。含较丰富的介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. postilirata* Pang, *L. dilatata* Pang, *Ilyocypris dunschanensis* Mandelstam, *Herpetocyprilla dvalyi* Schneider 等 1.5 m
51. 砾石层 3.5 m
50. 亚粘土 1.0 m
49. 细砂、砾石互层 4.0 m
48. 兰灰色粘土。含较零星的介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 2.0 m
47. 细砂、砾石互层 10.0 m
46. 砂质砾石层 8.0 m
45. 含砾中细砂层。含零星介形虫化石: *Candoniella mirabilis* Schneider 10.5 m
44. 粘土、中细砂互层。含零星介形虫化石: *Eucypris sp.* 7.0 m
43. 中细砂 3.5 m
42. 兰灰色粘土。含丰富的介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *Ilyocypris bradyi* Sars, *I. gibba* (Ramdohr), *Candona neglecta* Sars, *C. candida* (O. F. Müller), *Cyclocypris serena* (Koch), *Candoniella mirabilis* Schneider 等 2.5 m
41. 中细砂。含丰富的介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *Ilyocypris bradyi* Sars, *I. dunschanensis* Mandelstam, *I. tuberculata* (Brady), *Cyclocypris serena* (Koch), *Candona rostrata* Brady et Norman, *Candoniella mirabilis* Schneider 等 1.5 m
40. 砾石层 8.0 m
39. 黄色亚粘土。含较零星的介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 6.0 m
38. 兰灰色亚粘土 1.0 m
37. 中砂层 2.5 m
36. 兰灰色粘土。含丰富的介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *Candoniella mirabilis* Schneider, *Ilyocypris gibba* (Ramdohr), *Cyclocypris serena* (Koch), *Herpetocyprilla dvalyi* Schneider 等 1.5 m
- (下接垭口 2 号( $y_2$ )剖面)
- ### 1.1.2 垭口 2 号( $y_2$ )剖面(图 3)
- 剖面位于 62 道班南西约 1 km 处,为羌塘组的中段,上与垭口 1 号( $y_1$ )剖面相接,下接武警沟剖面。其层序自上而下为:
35. 粘土与砂互层。含零星的介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *Eucypris sp.* 1 等 24.5 m
34. 细砂 2.0 m
33. 细砂夹砾石及粘土层 19.5 m
32. 深灰色粘土。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Candona neglecta* Sars, *C. rostrata* Brady et Rorman, *Candoniella mirabilis* Schneider, *C. albicans* (Brady), *Eucypris sp.* 1 等 2.0 m
31. 砾石层夹砂透镜体 4.0 m
30. 深灰色粘土层 1.0 m
29. 细砂层 1.5 m
28. 深灰色粘土。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris gibba* (Ramdohr), *I. dunschanensis* Mandelstam, *I. tuberculata* (Brady), *Candona neglecta* Sars, *C. sp.*, *Candoniella mirabilis* Schneider, *Eucypris sp.*, *Cyclocypris serena* (Koch), *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. postilirata* Pang, *L. burangensis* Huang, *L. dorsotuberosa* Huang, *Limnocytherellina trispinosa* Pang 等 1.0 m
27. 深灰色亚粘土夹砂。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris gibba* (Ramdohr), *Cyclocypris serena* (Koch), *Candona neglecta* Sars, *C. convexa* Lievental, *C. sp.*, *Eucypris rischtanica* Schneider, *E. sp.* 1, *Candoniella mirabilis* Schneider, *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. postilirata* Pang, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *Limnocytherellina trispinosa* Pang 等 1.5 m
26. 中粗砂、细砂、粘土互层 8.5 m
25. 深灰色亚粘土。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris dunschanensis* Mandelstam, *I. gibba* (Ramdohr),

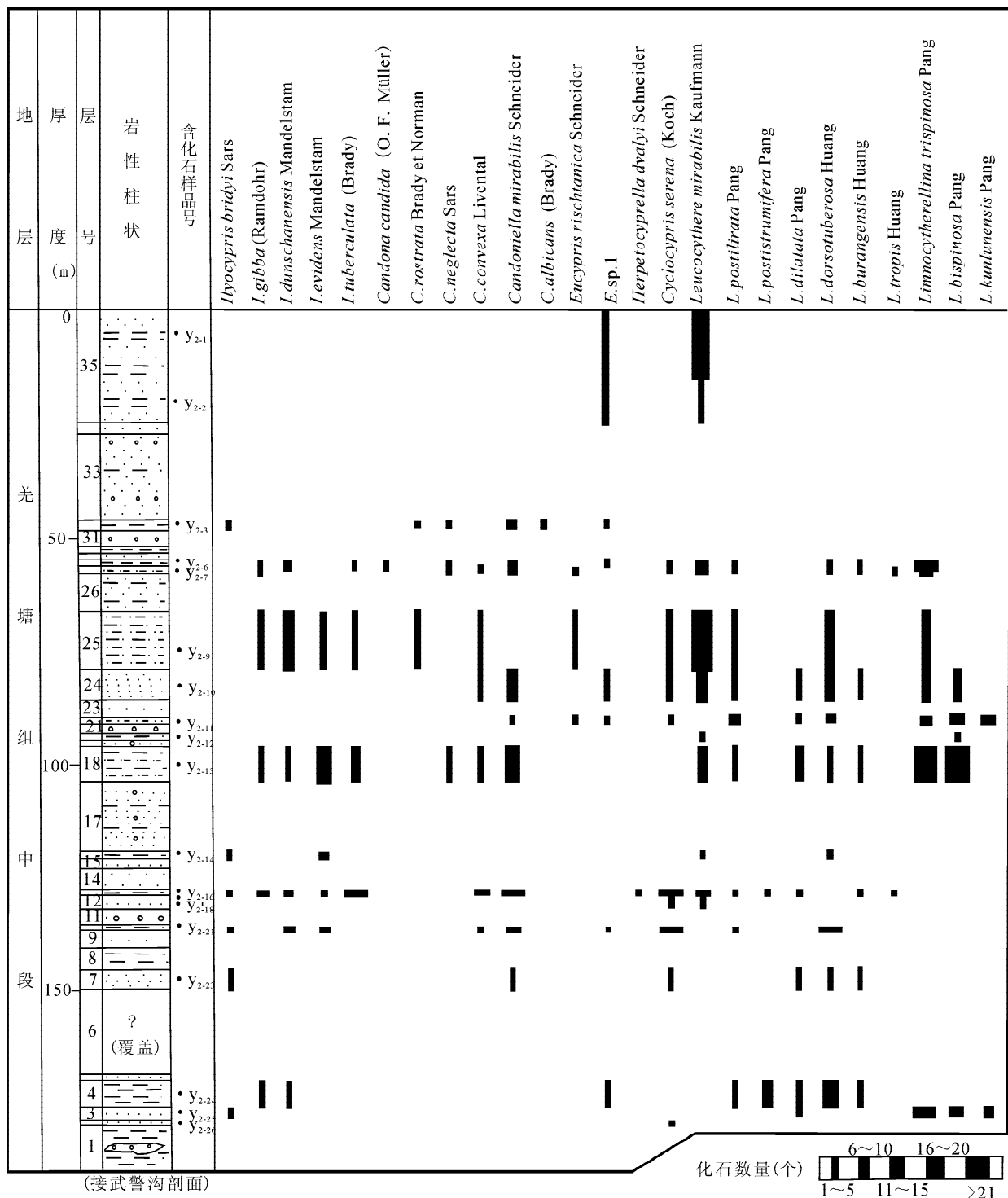


图 3 昆仑山垭口 2 号(y<sub>2</sub>)剖面羌塘组中段介形虫分布柱状图

Fig. 3 Column of the ostracod distribution of the Middle Member of the Qiangtang Formation at section 2 (y<sub>2</sub>) of the Kunlun Pass

*I. evidens* Mandelstam, *I. tuberculata* (Brady), *Cyclocypris serena* (Koch), *Candona convexa* Livental, *C. rostrata* Brady et Norman, *C. sp.*, *Eucypris rischtanica* Schneider, *E. sp. 1*, *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L.*

*dorsotuberosa* Huang, *L. postilirata* Pang, *Limnocytherellina trispinosa* Pang 等 13.0 m  
24. 细砂、粉砂互层。含丰富的介形虫化石：*Cyclocypris serena* (Koch), *Candona convexa* Livental, *Candoniella mirabilis* Schneider,

- Eucypris* sp. 1, *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *L. postilirata* Pang, *L. dilatata* Pang, *Limnocytherellina bispinosa* Pang, *L. trispinosa* Pang 等 6.5 m
23. 砂粉砂互层 4.0 m
22. 深灰色粘土。含丰富的介形虫化石: *Cyclocypris serena* (Koch), *Candoniella mirabilis* Schneider, *Eucypris* sp. 1, *Leucocythere dorsotuberosa* Huang, *L. postilirata* Pang, *L. dilatata* Pang, *Limnocytherellina bispinosa* Pang, *L. kunlunensis* Pang, *L. trispinosa* Pang 等。 1.5 m
21. 砾石, 细砂互层 2.0 m
20. 灰绿色粘土。含零星介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *Limnocytherellina bispinosa* Pang 1.5 m
19. 含砾粗砂 1.5 m
18. 兰灰色粘土与灰绿色亚粘土。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris dunschanensis* Mandelstam, *I. evidens* Mandelstam, *I. gibba* (Ramdohr), *I. tuberculata* (Brady), *Candona neglecta* Sars, *C. convexa* Livial, *Candoniella mirabilis* Schneider, *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *L. postilirata* Pang, *L. dilatata* Pang, *Limnocytherellina bispinosa* Pang, *L. trispinosa* Pang 等 8.0 m
17. 含砾砂、细砂与粘土互层 15.0 m
16. 深灰色粘土。含少量介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *I. evidens* Mandelstam, *I. sp.*, *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. dorsotuberosa* Huang 2.0 m
15. 粉细砂互层 2.0 m
14. 中粗砂 4.5 m
13. 兰灰色粘土。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *I. gibba* (Ramdohr), *I. dunschanensis* Mandelstam, *I. evidens* Mandelstam, *I. tuberculata* (Brady), *Candoniella mirabilis* Schneider, *Candona convexa* Livial, *Cyclocypris serena* (Koch), *Herpetocyprilla dvalyi* Schneider, *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. tropis* Huang, *L. postilirata* Pang, *L. dilatata* Pang, *L. postistrumifera* Pang 等 1.5 m
12. 细砂。含零星介形虫化石: *Cyclocypris serena* (Koch), *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 3.0 m
11. 含砂砾石层 3.5 m
10. 深灰色粘土。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *I. dunschanensis* Mandelstam, *I. evidens* Mandelstam, *Candona convexa* Livial, *Candoniella mirabilis* Schneider, *Cyclocypris serena* (Koch), *Eucypris* sp. 1, *Leucocythere dorsotuberosa* Huang, *L. postilirata* Pang 等 1.0 m
9. 中细砂互层 3.5 m
8. 深灰色粘土 5.5 m
7. 细、粉砂互层。含少量介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Cyclocypris serena* (Koch), *Candoniella mirabilis* Schneider, *Leucocythere dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *L. dilatata* Pang 等 4.0 m
6. 覆盖 20.0 m
5. 细砂 1.5 m
4. 深灰、灰黑色粘土。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris dunschanensis* Mandelstam, *I. gibba* (Ramdohr), *Eucypris* sp. 1, *Leucocythere postilirata* Pang, *L. postistrumifera* Pang, *L. dilatata* Pang, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang 等 6.0 m
3. 细砂。含少量介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Leucocythere dilatata* Pang, *Limnocytherellina kunlunensis* Pang, *L. bispinosa* Pang, *L. trispinosa* Pang 等 2.5 m
2. 中砂。含零星介形虫化石: *Cyclocypris serena* (Koch) 0.5 m
1. 深灰色粘土夹砾石层 10.0 m  
(下接武警沟剖面)
- ### 1.1.3 武警沟剖面(图 4)
- 该剖面位于 62 道班南东近 3 km 处, 为羌塘组的下段上部, 其层序自上而下为:
29. 灰黑色粘土。含零星介形虫化石: *Limnocytherellina kunlunensis* Pang, *Candona* sp. 6.0 m
28. 灰色粘土。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris gibba* (Ramdohr), *Candoniella mirabilis* Schneider, *Cyclocypris serena* (Koch), *Eucypris* sp., *Leucocythere postistrumifera* Pang, *L. dilatata* Pang, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *L. tropis* Huang 等 1.0 m
27. 红色粘土夹灰色粘土条带。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Candona* sp., *Eucypris* sp., *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. postistrumifera* Pang, *L. postilirata* Pang, *L. burangensis* Huang 等
26. 粉砂 1.0 m

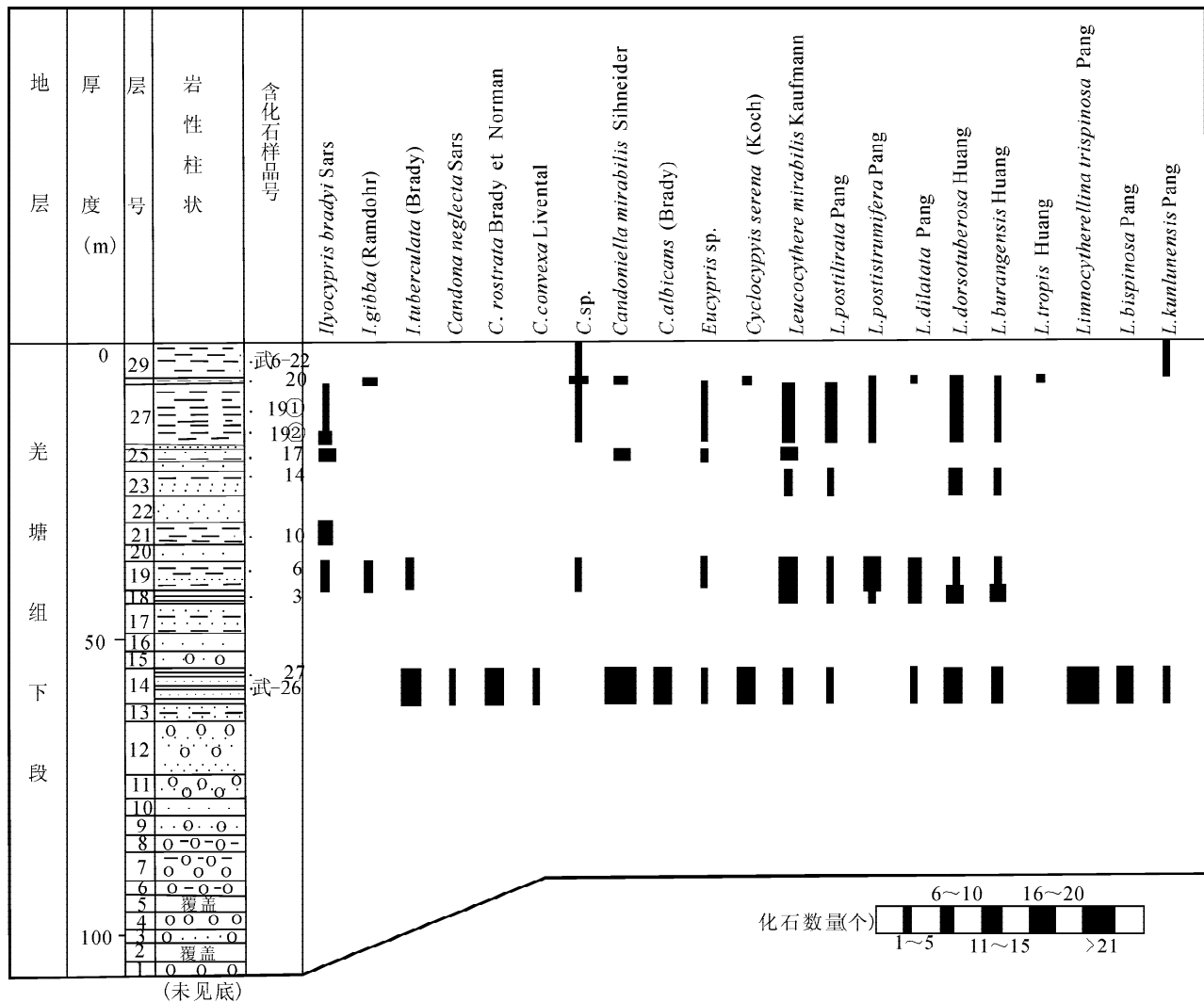


图4 昆仑山垭口武警沟剖面羌塘组下段介形虫分布柱状图

Fig. 4 Column of the ostracod distribution of the Lower Member of the Qiangtang Formation at the Wujingou section of the Kunlun Pass

25. 粘土, 顶部细砂。含较丰富的介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Candoniella mirabilis* Schneider, *Eucypris* sp., *Leucocythere mirabilis* Kaufmann 等 2.0 m

24. 细砂 1.5 m

23. 砂质粉砂, 顶部粘土。含少量介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *L. postilirata* Pang 等 4.5 m

22. 黄色砂 4.0 m

21. 灰黑、灰绿色粘土。含零星介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars 4.0 m

20. 细砂 2.5 m

19. 粘土夹粉砂。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *I. gibba* (Ramdohr), *I. tuberculata* (Brady), *Candona* sp., *Eucypris* sp.,

*Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. burangensis* Huang, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. dilatata* Pang, *L. postistrumifera* Pang, *L. postilirata* Pang 等 5.0 m

18. 淤泥。含较丰富的介形虫化石: *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *L. postistrumifera* Pang, *L. postilirata* Pang, *L. dilatata* Pang 等 2.5m

17. 细砂、粘土互层 5.0 m

16. 细砂层 2.5 m

15. 砂砾石层 3.0 m

14. 淤泥与砂互层。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris tuberculata* (Brady), *Cyclocypris serena* (Koch) *Candoniella mirabilis* Schneider, *C. albicans* (Brady), *Eucypris* sp.,

|     |                                                                                                                                                                                                                             |       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     | <i>Leucocythere dilatata</i> Pang, <i>L. postilirata</i> Pang, <i>L. dorsotuberosa</i> Huang, <i>L. burangensis</i> Huang, <i>Limnocytherellina kunlunensis</i> Pang, <i>L. bispinosa</i> Pang, <i>L. trispinosa</i> Pang 等 | 6.0 m |
| 13. | 粘土粉砂层                                                                                                                                                                                                                       | 3.0 m |
| 12. | 砂砾层                                                                                                                                                                                                                         | 9.0 m |
| 11. | 砾石夹砂层                                                                                                                                                                                                                       | 4.0 m |
| 10. | 砂层                                                                                                                                                                                                                          | 3.0 m |
| 9.  | 砂砾层                                                                                                                                                                                                                         | 3.5 m |
| 8.  | 砾石层夹红色层                                                                                                                                                                                                                     | 2.5 m |
| 7.  | 砾石层夹红色层                                                                                                                                                                                                                     | 5.0 m |
| 6.  | 灰色砾石层                                                                                                                                                                                                                       | 2.5 m |
| 5.  | 覆盖                                                                                                                                                                                                                          | 2.5 m |
| 4.  | 砾石层                                                                                                                                                                                                                         | 3.0 m |
| 3.  | 砾石夹砂层                                                                                                                                                                                                                       | 2.5 m |
| 2.  | 覆盖                                                                                                                                                                                                                          | 3.0 m |
| 1.  | 砾石夹红层                                                                                                                                                                                                                       | 2.5 m |

(未见底)

### 1.2 三岔河组

该组地层主要分布于东、西大滩、小南川、野牛沟及昆仑河等谷地中,以野牛沟口和纳赤台一带出露最为完好,出露厚约 63 m(占孔及物探资料可达 170~300 m),产状近于水平,现将含介形虫化石的 3 条剖面列述于后。

#### 1.2.1 野牛沟剖面(图 5)

该剖面位于野牛沟沟口,其层序自上而下为:

|     |                                                                                                                                                        |       |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 26. | 黄色亚粘土                                                                                                                                                  | 0.3 m |
| 25. | 灰绿色粘土                                                                                                                                                  | 0.5 m |
| 24. | 细砂、粘土互层                                                                                                                                                | 0.6 m |
| 23. | 粘土。含零星介形虫化石: <i>Candona</i> sp., <i>Candoniella mirabilis</i> Schneider                                                                                | 0.4 m |
| 22. | 黄色粘土                                                                                                                                                   | 0.4 m |
| 21. | 绿灰色粘土与细砂互层                                                                                                                                             | 2.8 m |
| 20. | 细砂、亚粘土互层。含零星介形虫化石: <i>Candoniella mirabilis</i> Schneider                                                                                              | 0.8 m |
| 19. | 粘土。含丰富的介形虫化石: <i>Ilyocypris bradyi</i> Sars, <i>Eucypris crassa</i> (O. F. Müller), <i>E. rischtanica</i> Schneider, <i>Limnocythere dubiosa</i> Daday | 2.0 m |
| 18. | 中细砂                                                                                                                                                    | 4.6 m |
| 17. | 砾石、中砂、粗砂互层                                                                                                                                             | 2.4 m |
| 16. | 中粗砂                                                                                                                                                    | 2.0 m |
| 15. | 含砾中砂                                                                                                                                                   | 2.6 m |
| 14. | 粗砂                                                                                                                                                     | 1.0 m |
| 13. | 含砾砂层                                                                                                                                                   | 2.0 m |
| 12. | 砂层                                                                                                                                                     | 0.8 m |

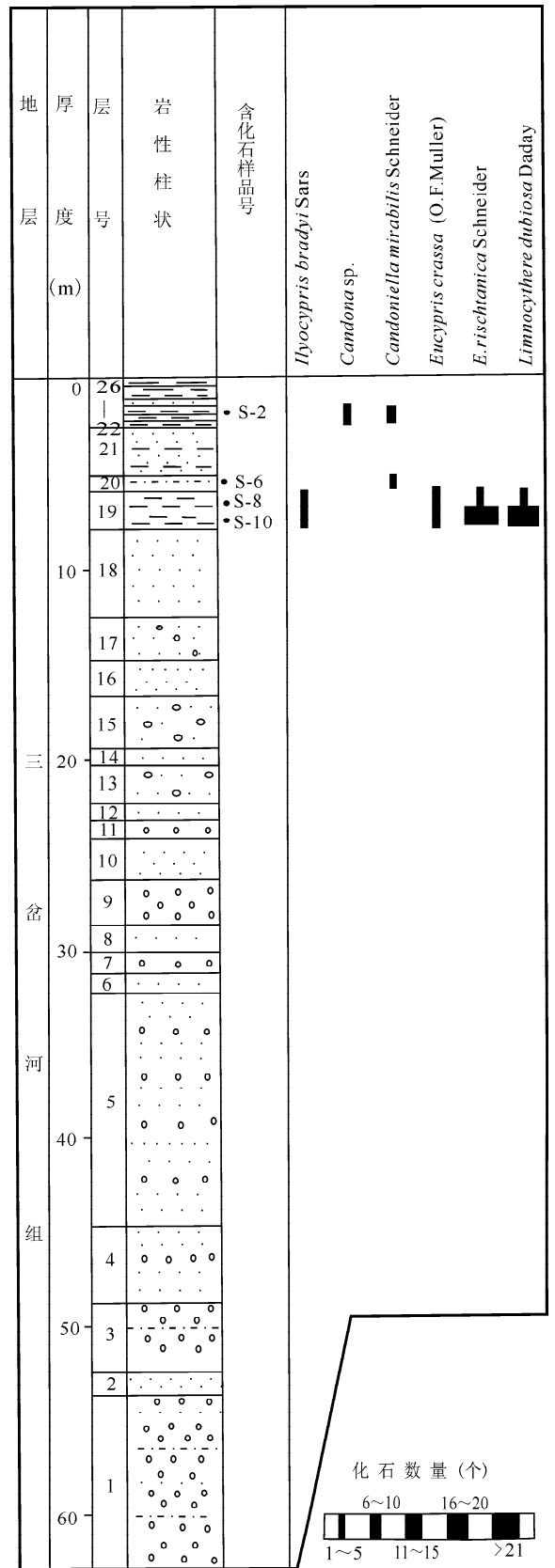


图 5 昆仑山垭口野牛沟三岔河组介形虫分布柱状图  
Fig. 5 Column of the ostracod distribution in the Sanchahe Formation in the Yeniu gully, Kunlun Pass

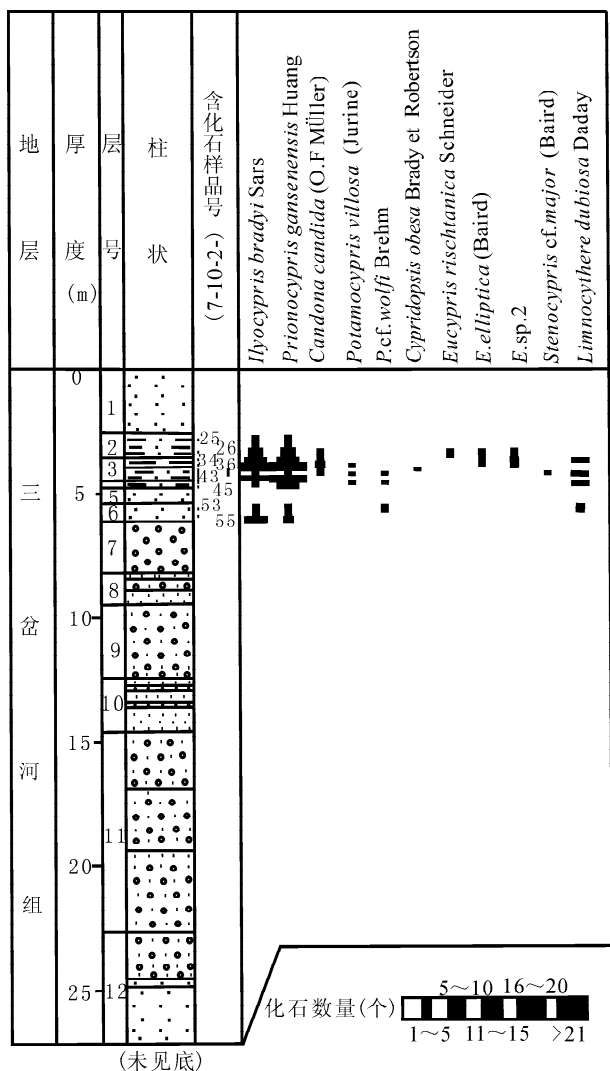


|                  |        |
|------------------|--------|
| 11. 砾石层          | 1.0 m  |
| 10. 砂层           | 4.0 m  |
| 9. 砾石层           | 2.4 m  |
| 8. 砂层            | 1.4 m  |
| 7. 砾石层           | 1.0 m  |
| 6. 砂层            | 1.0 m  |
| 5. 粉砂、砂、砾石互层     | 12.0 m |
| 4. 砂砾石互层         | 4.0 m  |
| 3. 砾石夹砂及薄层粘土     | 3.4 m  |
| 2. 中粗砂层          | 1.0 m  |
| 1. 砾石夹中粗砂和薄层亚粘土层 | 8.6 m  |

(未见底)

1.2.2 纳赤台西剖面(图 6)

位于纳赤台西 2.5 km, 出露厚约 26.8 m, 其层



(未见底)

图 6 昆仑山垭口纳赤台西三岔河组介形虫分布柱状图

Fig.6 Column of the ostracod distribution in the Sanchahe Formation in the west of Naj Tal, Kunlun Pass

序自上而下为:

1. 黄色粉、细砂夹钙质粉砂 2.50 m
2. 黄色粘土质粉砂。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Prionocypris gansenensis* Huang, *Candona candida* (O. F. Müller), *Eucypris rischtanica* Schneider, *E. elliptica* (Baird), *E. sp.2* 1.10 m
3. 灰黄色砂质粘土。含丰富的介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Prionocypris gansenensis* Huang, *Candona candida* (O. F. Müller), *Potamocypris villosa* (Jurine), *P. cf. wolffi* Brehm, *Eucypris elliptica* (Baird), *E. sp.2*, *Stenocypris cf. major* (Baird), *Limnocythere dubiosa* Daday 0.36 m
4. 灰黄色砂质粘土、中粗砂和灰白色粘土质粉砂。含介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Prionocypris gansenensis* Huang, *Potamocypris villosa* (Jurine), *P. cf. wolffi* Brehm, *Limnocythere dubiosa* Daday 0.56 m
5. 灰色砂 1.10 m
6. 灰色中粗砂夹细砂。含介形虫化石: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Prionocypris gansenensis* Huang, *Potamocypris cf. wolffi* Brehm, *Limnocythere dubiosa* Daday 0.65 m
7. 砾石层 2.06 m
8. 砂夹含砂砾石 1.50 m
9. 含砂砾石 3.00 m
10. 砂夹含砂砾石 2.15 m
11. 含砂砾石夹粗砂 8.13 m
12. 含砂砾石 74.30 m

(未见底)

1.2.3 野牛沟左岸剖面(图 7)

该剖面位于野牛沟左岸, 沟口西 2 km, 其层序自上而下如下:

1. 灰色中粗砂与浅黄色粗细砂互层 2.8 m
2. 土黄与灰色粗细砂互层。含介形虫化石: *Eucypris rischtanica* Schneider 1.5 m
3. 土黄色粘土质粉砂与细砂互层。含介形虫化石: *Eucypris rischtanica* Schneider 1.4 m
4. 土黄色细砂与中粗砂互层。含介形虫化石: *Eucypris rischtanica* Schneider, *Stenocypris cf. major* (Baird) 1.1 m
5. 土黄色细粉砂具纹层和薄纹层理 1.4 m
6. 土黄色粘土, 具水平薄层理 0.8 m
7. 土黄色细砂 1.2 m
8. 土黄色粘土与细砂互层 2.4 m
9. 灰黄色中粗砂 0.3 m
10. 灰黄与土黄色粘土与细砂互层 1.3 m
11. 土黄色粘土与粗砂 0.7 m

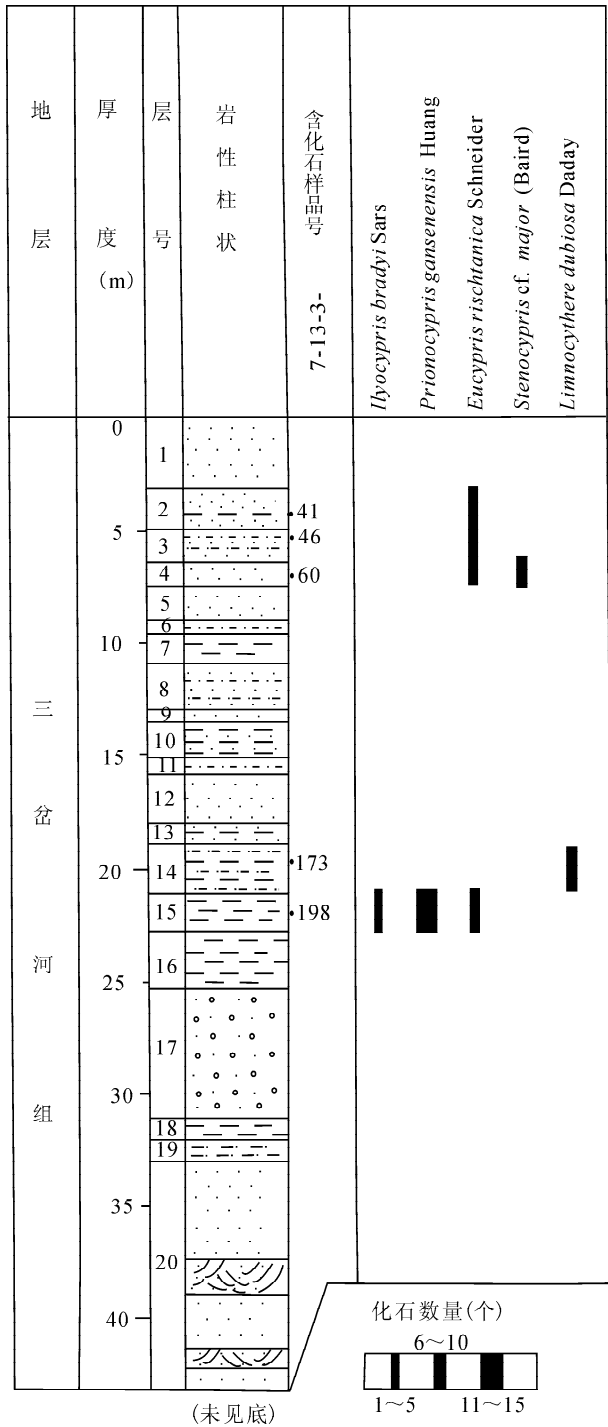


图 7 昆仑山垭口野牛沟左岸三岔河介形虫分布柱状图  
Fig. 7 Column of the ostracod distribution in the Sanchahe Formation on the left bank of the Yeniu gully, Kunlun Pass

- 12. 中粗砂 2.1 m
- 13. 土黄色中砂、粉砂粘土与粘土 0.8 m
- 14. 黄、灰黄色粉砂质粘土与粘土互层，纹层理发育。  
含介形虫化石；Limnocythere dubiosa Daday 2.3 m
- 15. 棕黄色粘土。含介形虫化石；Ilyocypris bradyi

- Daday, Prionocypris gansensis Huang, Eucypris rischtanica Schneider 1.8 m
  - 16. 浅黄色纹层状粘土 2.0 m
  - 17. 砂砾与粗砂 5.4 m
  - 18. 纹层状粘土与粉砂 0.8 m
  - 19. 纹层状粘土、中细砂与粉砂粘土 1.0 m
  - 20. 中细砂，具交错层理 > 9 m
- (未见底)

## 2 有关岩石地层问题的讨论

第四纪的时间短，沉积物及其成因类型多样，除像老地层用生物地层的方法外，还常用气候地层的方法，如根据冰川活动划分为不同的冰期（冰碛层）和间冰期进行区域对比，但其基础还离不开岩石地层的划分，因此随着一个地区第四纪地层研究的深入，不同学者在地层的划分和对比上难免出现不同认识，昆仑山垭口地区第四纪地层的划分也存在这方面的问题（表 1），现就有关问题作一粗浅的探讨。

### 2.1 惊仙冰期与惊仙谷组

惊仙冰期由吴锡浩等（1982a）创名，包括惊仙冰碛层和冰水沉积，厚约 60~100 余米，分布于昆仑山主脊和南坡，与下伏上新世昆仑砾石层呈假整合接触，与上覆羌塘组整合接触，置于第四纪早期（吴锡浩等，1982a）。

惊仙谷组系崔之久等（1998a）命名，包括吴锡浩等（1982a）所指的昆仑砾石层上部及惊仙冰期（惊仙冰积层和冰水沉积），厚 220 m，上与羌塘组的湖积层整合接触，时代置于上新世，成因上认为系冲积扇沉积，下部近端相为粘性泥石流沉积，由混杂的砾石和砂、粉砂及粘土组成；上部中段相为稀性泥石流及辫状河道的砂砾、粉砂和粘土组成，常具水平纹层理；顶部为远端相片流沉积的中、粗砾石、细砂及粉砂夹较多的深灰色湖相粘土（崔之久等，1998a）。

以上不难看出，均是从沉积物的成因、气候和环境进行的划分，与岩石地层划分含义不一致，岩石地层及其单位的划分则应是根据岩石的岩性或组分特征，不受时间、成因、气候、环境或事件等因素的制约。因此笔者建议：惊仙冰期的“惊仙冰碛层”可称之为惊仙组，其上的“冰水沉积”部分，应归之为羌塘组的下部。若用“惊仙谷组”，则原下部的“昆仑砾石层”应不包含在内，顶部的砂、砾石夹粘土则应归于羌塘组，因此惊仙组或惊仙谷组则应是以混杂堆积、分选和磨圆差的砾石和一中粗砂夹粉砂粘土组成。

### 2.2 羌塘组与平台组

羌塘组由吴锡浩等（1982a）命名，为一套河湖相

沉积的砂、粘土、亚粘土夹含砾砂和砾石层,总厚536 m,其底界与惊仙冰期的“冰水沉积”连续过渡,上覆与望星冰碛层为不整合(吴锡浩等,1982a)。不同的学者对该组含义认识不一,崔之久(1998a)修订了羌塘组的含义,仅狭指原羌塘组中部的一套典型的湖相和滨湖相的粘土、粉砂粘土、粉—细砂的沉积,顶、底夹砂砾层,厚155 m,而将原羌塘组的上部200 m砂、砾粘土的扇三角洲沉积重新命名为“平台组”(崔之久等,1998a),显然与原定义差别较大,则完全是从成因上来进行划分的,另外“平台组”一名与1964年由孙建中在黑龙江省龙江县平台镇平台剖面命名的下更新统“平台组”重名(中国地层典编委会著,2000),两地尽管相差甚远,为避免两地同属下更新统的“平台组”相混淆,认为昆仑山垭口地区的“平台组”不宜使用,还是置于羌塘组的上部为好,

关于羌塘组的底界,1982年吴锡浩等在命名时已明确指出:“从组一级地层命名考虑,羌塘组宜包括惊仙冰期的堆积物,代表一个连续的沉积时期,但是,为了气候地层划分和对比的方便,人为地将它们分开了。”同时指出:“第一段与下伏惊仙期冰水沉积之间是连续沉积,底界暂以孢粉的 $Q_{94}$ 号样的位置,或介形类化石资料包括 $Q_{99}$ 样在内的冰水沉积的为宜”(吴锡浩等,1982a)。这一问题庞其清1982年在介形虫分析研究时业已提出,当时于 $Q_{99}$ 样中发现的介形虫化石与羌塘组的介形虫组合完全一致,是它的起始阶段,在同一连续的剖面上应划归同一地层单位为宜(庞其清,1982a)。目前根据介形虫的再次研究和相关资料的分析对比及岩石特征,仍认为将惊仙冰期的冰水沉积地层归之为羌塘组还是比较合适,可将羌塘组划分为下、中、上3段:

表1 青藏高原昆仑山垭口地区第四系划分沿革简表

Table 1 Historical review of the stratigraphic division of the Quaternary in the Kunlun Pass area, Qinghai-Tibet Plateau

|      |       | 吴锡浩等<br>1982a          | 中国地层<br>第四系<br>周慕林等<br>1988 | 崔之久等<br>1998a | 中国地层典<br>第四系<br>2000 | 本文<br>2007 |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|------|-------|------------------------|-----------------------------|---------------|----------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|---------|-------|------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 全新统  | 冰后期   | 现代沉积<br>小冰期沉积<br>温暖期沉积 | 现代冰碛层<br>小冰碛层<br>古土壤层       | 热水组           | 小冰碛层                 | 热水组        |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|      |       |                        |                             |               |                      | 小南川组       |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
| 更新统  | 上     | 本头山冰碛层                 | 本头山冰碛层                      | 小南川组          | 本头山冰碛层               | 小南川组       |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|      |       | (芦苇化石层)<br>三岔河组        | 三岔河组                        |               |                      | 三岔河组       |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|      |       | 西大滩冰碛层                 | 西大滩冰碛层                      |               |                      | 三岔河组       |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|      | 中     | 间冰期沉积层<br>(水电站底砾层)     | 冲积砂砾石层                      | 三岔河组          | 西大滩冰碛层               | 三岔河组       |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|      |       | 纳赤台冰碛层                 | 纳赤台冰碛层                      |               |                      | 纳赤台沟组      |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|      |       | 间冰期沉积层<br>(雪水河高阶地)     | 冲洪积沙砾石层                     |               |                      | 纳赤台沟组      |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
| 新统   | 下     | 望昆冰碛层                  | 望昆冰碛层                       | 平台组           | 望昆冰碛层                | 望昆冰碛层      |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|      |       | 羌塘组                    | 羌塘组                         |               |                      | 羌塘组        | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组 |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|      |       |                        |                             |               |                      |            |     |     | 六段  | 六段  | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组   | 上段      |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|      |       |                        |                             |               |                      |            |     |     | 五段  | 五段  |     |     |     |       |         | 羌塘组   | 羌塘组        | 羌塘组 | 羌塘组 | 中段 |     |     |     |     |     |    |
|      |       |                        |                             |               |                      |            |     |     | 四段  | 四段  |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组 | 下段 |
|      |       |                        |                             |               |                      |            |     |     | 三段  | 三段  |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
| 二段   | 二段    | 羌塘组                    | 羌塘组                         | 羌塘组           | 羌塘组                  | 羌塘组        | 羌塘组 |     |     |     |     |     |     |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
| 一段   | 一段    |                        |                             |               |                      |            |     | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组 | 羌塘组 |       |         |       |            |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
| 惊仙冰期 | 冰水沉积层 |                        |                             |               |                      |            |     |     |     |     |     |     |     | 惊仙冰碛层 | 惊仙冰碛层   | 惊仙冰碛层 | 惊仙组(惊仙冰碛层) |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
| 惊仙冰期 | 冰碛层   |                        |                             |               |                      |            |     |     |     |     |     |     |     |       |         |       | 惊仙组(惊仙冰碛层) |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
| 上新统  | 昆仑砾石层 |                        |                             |               |                      |            |     |     |     |     |     |     |     | 昆仑砾石层 | 昆仑砾石层下部 | 惊仙冰碛层 | 昆仑砾石层      |     |     |    |     |     |     |     |     |    |

下段:为砾石夹砂和粉砂粘土,含少量介形虫化石,为冲积扇的粗碎屑沉积,厚约 80 m;中段:为灰、深灰色粘土、亚粘土夹中、细粒和砂层,含丰富的介形虫化石,为湖相和湖滨三角洲沉积,厚 330 m;上段:为黄、棕褐、棕红色砂砾石层夹灰、黄绿、黄色砂、粉砂和粘土,含较丰富的介形虫化石,为扇三角洲相沉积,厚 106~200 m。

### 2.3 三岔河组

三岔河组由吴锡浩等(1982)命名,为一套灰黄色砂砾石层夹淡黄、黄色粉砂、亚粘土,顶部含较丰富的介形虫,为瓣状河和湖相沉积夹有风成砂沉积,厚 63~79.5 m(占孔资料厚 170 m,物探资料达 300 m)(吴锡浩等,1982a;伍永秋等,1995;崔之久等,1998a)。

对三岔河组的划分基本上是相一致的,仅是在成因的认识上略有不同,另外在时代上一般置于晚更新世,但古地磁测定结果均为正极性,确定为中更新世以来的沉积,热释光年代底部为  $335.23 \pm 28.42$  ka BP,顶部为  $31.65 \pm 1.89$  ka BP,所夹 2 层风成砂的热释光年代分别是  $262.73 \pm 8.56$  ka BP 和  $61.67 \pm 8.56$  ka BP(伍永秋等,1995;崔之久等,1998a)。

### 2.4 小南川组和热水组

小南川组是昆仑山垭口地区以小南川剖面为代表的残坡积砾石、砂夹粉砂和黄土堆积,厚 13~31 m。分布于西大滩、昆仑河、格尔木河及其支沟西岸。底部热释光年龄为  $60.56 \pm 8.56$  ka BP(崔之久等,1998a)。

热水组为昆仑山垭口地区东-西大滩、雪水河支沟一带,以热水剖面为代表冲积扇成因的黄色砂、粉砂夹砾石和灰、灰黑色粘土、粉砂,厚 2.7 m。底部热释光年龄  $18440 \pm 1470$  a BP(崔之久等,1998a)。

## 3 介形虫化石组合特征及年代

由以上剖面不难看出介形虫化石的分布以羌塘组为丰富,88 件样品有 46 件样品发现有保存程度不等的介形虫化石,含化石率为 52%,其中以垭口 1( $y_1$ )、2( $y_2$ )号剖面化石最丰富,57 件样品有 36 件发现化石,含化石率达 63%。武警沟剖面 31 件样品中有 10 件发现化石,含化石率为 32%。三岔河组的介形虫相对较少,11 件样品 4 件发现化石,含化石率为 36%。中国地质科学院盐湖中心 2005 年在纳赤台西和野牛沟左岸于三岔河组所采集的样品有 18 件样品也发现保存较好的化石。根据所发现

的介形虫化石及其在剖面中的分布,可明显地分为两个化石组合。

### 3.1 第 I 介形虫化石组合

该组合是以 *Ilyocypris-Candona-Leucocythere-Limnocytherellina* 等属为特征,计 8 属 25 种: *Ilyocypris bradyi* Sars, *I. gibba* (Ramdohr), *I. dunschanensis* Mandelstam, *I. evidens* Mandelstam, *I. tuberculata* (Brady), *Candona neglecta* Sars, *C. candida* (O. F. Müller), *C. rostrata* Brady et Norman, *C. convexa* Livental, *Candoniella mirabilis* Schneider, *Eucypris rischtanica* Schneider, *E. sp. 1*, *Herpetocyprilla dvalyi* Schneider, *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. postilirata* Pang, *L. postistrumifera* Pang, *L. dilatata* Pang, *L. dorsotuberosa* Huang, *L. burangensis* Huang, *L. tropis* Huang, *Limnocytherellina kunlunensis* Pang, *L. bispinosa* Pang, *L. trispinosa* Pang 等。该组合化石丰富,类型多样,分布于羌塘组,以中段的化石最为丰富(图 8),其化石的组合面貌和特征与中国地质科学院地质力学研究所浦庆余、钱方、吴锡浩等 1975~1976 年采自本区昆仑山口羌塘组(第 I、II、III 剖面)介形虫样品的分析结果相同,组合中常见的各已知属种的地层时代分布在“青藏高原昆仑山口第四纪羌塘组介形虫化石的地质意义”(庞其清,1982a)一文中已有较详细的记述,认为该组合的介形虫化石,虽含有一定的从古近纪开始出现的成分,如 *Ilyocypris dunschanensis*, *I. evidens*, *Candona convexa*, *Candoniella mirabilis*, *C. albicans* 5 种约占 20.8%,但以上新世后出现的频率高达 14 种约占 58.3%,尤以第四纪更新世以后的更为明显,约占 42%,其中有一定数量的现生种,约占 29%。故含这一化石组合羌塘组的时代,以置早一中更新世为宜。需说明的是 *Limnocytherellina* 是从暂归为 *Limnocythere* 中新分出的属(庞其清,1985),其在西藏色林湖-班戈湖地区中一下更新统夏穷错组及上更新统同旧藏布组(庞其清等,1985),扎布耶盐湖、基步茶卡错、扎仓茶卡等湖区上更新统一全新统中有较广泛的分布(郑绵平等,1989;刘俊英等,2002),在班公错底质中也发现有该属的分布(李元芳等,1991,1994),说明在西藏境内分布广泛,较为适宜生活在淡-微咸水的水体中。

以上羌塘组所含第 I 化石组合特征,与西藏色

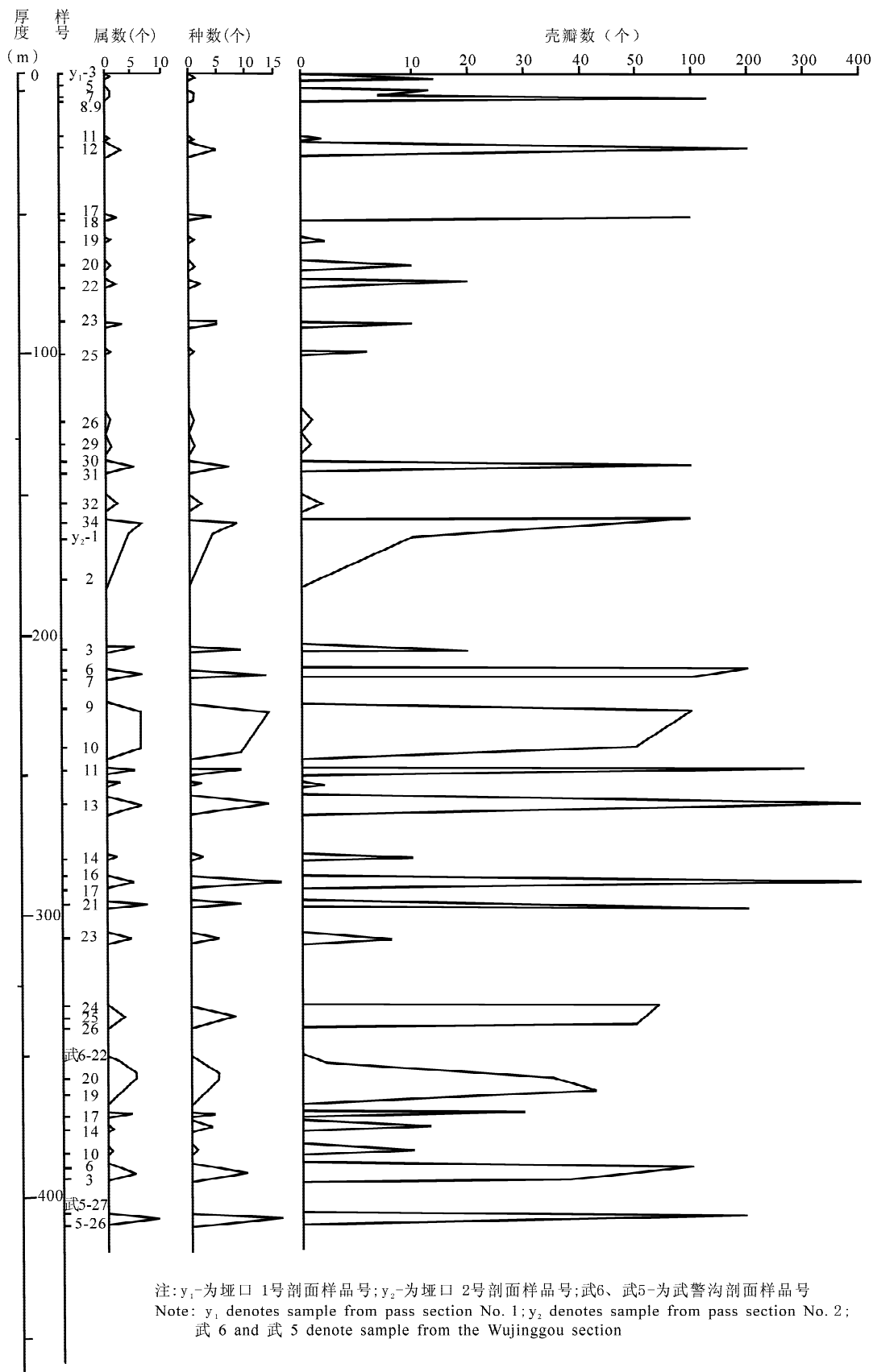


图 8 昆仑山垭口羌塘组介形虫丰度分布图

Fig. 8 Distribution of ostracod abundances of the Qiangtang Formation at the Kunlun Pass

林湖—班戈湖地区下一中更新统的夏穷组(庞其清等,1995),青海共和盆地更新统阿乙亥组(黄宝仁,1984),陕西汾渭地区下更新统永乐店群(I~III组)、三门组(林和茂等,1982;袁凤钿,1986),华北地区下更新统泥河湾组(黄宝仁,1985)有一定的可比性。值得注意的是,在羌塘组上段上部,介形虫组合特征有一较明显的变化,无论是化石的分异度,还是丰度均大为减小,仅存 4 属 6 种:*Leucocythere mirabilis* Kaufmann, *L. dilatata* Pang, *L. tropis* Huang, *Candoniella mirabilis* Schneider, *Herpetocyprilla dvalyi* Schneider, *Eucypris* sp., 这一变化出现在垭口 1 号剖面 55~56 层之间,实际上自 42 层就比较明显了,这虽然与沉积环境变化密切相关,但可能在一定程度上也仅反映了时代的更替,羌塘组上段上部已进入了中更新世,这与年代测试的结果基本上相吻合,在垭口 1 号剖面羌塘组上段 47 层附近的测年为  $1066.5 \pm 170$  ka BP (ESR), 羌塘组上段顶部 71 Ma BP (ESR) (崔之久等,1998a)。

### 3.2 第 II 介形虫化石组合

该组合是以 *Limnocythere-Prionocypris-Eucypris-Ilyocypris* 为特征,计有 9 属 12 种:*Limnocythere dubiosa* Daday, *Prionocypris gansenensis* Huang, *Eucypris cressa* (O. F. Müller), *E. rischtanica* Schneider, *E. elliptica* (Baird), *E. sp. 2*, *Ilyocypris bradyi* Sars, *Candoniella mirabilis* Schneider, *Cypridopsis obesa* Brady et Robertson, *Potamocypris villosa* (Jurine), *P. cf. wolffi* Brehm, *Stenocypris cf. major* (Baird), *Candona candida* (O. F. Müller) 等。化石属种明显地较第 I 组合大为减少,属种较单一,现生种达 9 种,占 75%,其中 *Limnocythere dubiosa*, *Ilyocypris bradyi* 广布于西欧和前苏联的现生水域(Sars,1928;Bronштейн,1947),在中国青海湖区近代沉积及中、上更新统二郎尖组、全新统布哈河组有分布(黄宝仁,1986;杨藩等,2002)。*L. dubiosa* 在西藏色林湖—班戈湖地区下一中更新统夏穷组、上更新统同旧藏布组及全新统的近代沉积盐湖组(棚厂组)(庞其清等,1985),西藏西北部班公错一带上更新统(李元芳等,1991),华北地区泥河湾组的上部(黄宝仁,1985),北京延庆第四系及颐和园昆明湖近代沉积(关绍曾等,1995;庞其清,1995),新疆博斯腾湖及内蒙古凉城等地一些湖泊的近代沉积中均有较广泛的分布。*Candona candida*

为俄罗斯、中亚、欧美等地的现生种(Sars,1928;Bronштейн,1947),在中国西藏羊卓雍错、雅个冬错等现代湖泊表层沉积(黄宝仁等,1985),吉隆中更新统一全新统(黄宝仁等,1982),青海湖区全新统布哈河组(黄宝仁,1986),柴达木盆地第四系及现代水体均有一定的分布(杨藩,1981)。*Stenocypris cf. major* 见于青海柴达木盆地东部下、中更新统七个泉组(杨藩,1981;青海石油局勘探开发研究院等,1988)。*Eucypris cressa*, *E. elliptica*, *Cypridopsis obesa*, *Potamocypris villosa*, *P. wolffi* 为俄罗斯和北欧、英、德等国家的现生种(Sars,1928;Bronштейн,1947),中国纳赤台西的 *P. cf. wolffi* 仅在壳形上与原种较相近,其外形与美国中部高原堪萨斯州更新统(Gutentag et al.,1962)和中国云南更新统元谋组四段中的 *P. smaragdina* (Vaivra) 也较相似。*Prionocypris gansenensis* 见于柴达木盆地更新统(黄宝仁,1964;杨藩,1981,1986),*Eucypris rischtanica* 始见于吉尔吉斯斯坦,伊塞克湖和乌兹别克斯坦第四系(Манделштам,1963),有学者(侯祐堂等,2002)认为其与中国西藏吉隆中更新统至全新统中的 *Eucypris gyiongensis* Yang 为同一种(黄宝仁等,1982)。*Candoniella mirabilis* 始于哈萨克斯坦第四系(Манделштам,1963),在中国河南灵宝可见于古近系始新统项城组和周家山群(林和茂等,1982),但以新近系中、上新统,特别是第四系更新统以来的地层中最为常见(李友桂,1966;黄宝仁,1986;庞其清,1982a;1985;王景哲,1987)。因此含第 II 介形虫化石组合地层三岔河组明显应较羌塘组为晚,所含化石层段以置晚更新世为宜,因第 II 介形虫化石组合仅分布于三岔河组的上部,不排除其中、下部有属中更新世的可能,测年结果显示,裸露的三岔河组底部热释光年龄为  $355.26 \pm 28.42$  ka BP,顶部热释光年龄为  $31.65 \pm 1.89$  ka BP,其中两层风成砂的热释光年龄分别为  $262.73 \pm 8.56$  ka BP 和  $61.67 \pm 8.56$  ka BP (崔之久等,1998a),这与介形虫化石的时代意见基本一致,大体可与青海湖区中、上更新统二郎尖组(黄宝仁,1964;1986)、西藏色林湖—班戈湖地区上更新统同旧藏布组相对比(庞其清等,1985)。

## 4 环境变迁及昆仑山隆升的探讨

关于昆仑山口一带羌塘组的沉积环境和岩相古地理,庞其清(1982a)曾根据所发现的介形虫化石及其在国内外的分布作过一些粗浅的分析探讨,认为

羌塘组为一套河湖相的沉积,处于沉降幅度大、沉积速度快、动荡不稳定的沉积环境,经历了初期不稳定急水流→相对较稳定的湖相→转为动荡不稳定的湖泊、河流相间的沉积→不稳定的河流及滨湖相的沉积阶段。这与葛道凯等(1995)对昆仑山垭口盆地充填序列、沉积体系与沉积相的研究是相一致的,羌塘组介形虫的分布及兴衰正是受这种沉积环境的制约,与青藏高原和昆仑山的隆升有着密切关系(崔之久等,1998b)。

目前一般认为青藏高原的整体隆升,始于中新世晚期—上新世初期,昆仑山垭口一带强烈的抬升约始于 5 Ma 左右,快速剥蚀和沉积,形成了羌塘组底部(或惊仙谷组)冲积扇的粗碎屑沉积,由于水流急,未形成相对稳定的水域,不宜于介形虫的生存和繁衍,至武警沟剖面中部(14 层,武 26、27 号样附近)地壳上升的幅度有所减弱,水流速度减缓,在垭口盆地的低洼处开始积水成潭(湖),形成了较稳定的水域,介形虫开始生息繁衍,产生了以 *Ilyocypris* - *Candona* - *Leucocythere* - *Limnocytherellina* 为特征的第 I 化石组合,其中 *Ilyocypris* 特别是具瘤的类型,较喜温暖如 *Ilyocypris gibba* 常在 4~19.5℃ 具水生植物缓流动的水体中(Deckker, 1979; Staplin, 1963b; 李元芳等, 1991), *Candona* 则较厌热,如 *Candona neglecta* 多在 5~8℃ 富含水生植物清凉、淡—碱性的湖水中,说明当时的气候还较温和湿润,适宜介形虫的繁衍发育,是羌塘组介形虫最为繁盛的时期,这种持续缓慢下沉的湖泊相沉积,一直延续到垭口 1 号( $y_1$ )剖面羌塘组上段(42 层, $y_{1-30}$  号样附近)。自垭口 1 号( $y_1$ )剖面 43 层以后,昆仑山上升的速度在不断明显地加快,古水流的侵蚀和搬运能力也明显增加,形成砂砾与粘土交互沉积的动荡不稳定环境,介形虫开始明显减少,无论是属种类型还是壳瓣数量均大为衰减,出现的多是适应能力较强的 *Leucocythere mirabilis* 和少量的 *Candoniella mirabilis* 及 *Eucypris* 等,化石保存也往往较差,喜温暖的 *Ilyocypris* 诸种多已消失,仅见零星的 *Ilyocypris dunschanensis*, 主要是以 *Leucocythere mirabilis* 占优势,该现生种在我国青海湖区西草滩碱水池、黑山盐滩现代沉积物(黄宝仁,1986)及西藏境内的阿木错(矿化度 218.84 g/L)、扎日南木错(矿化度 11.64 g/L)、扎布耶盐湖(平均矿化度 403.94 g/L)、雅个冬错(矿化度 67.97 g/L)、和班公错(矿化度东部 0.75 g/L,西部 2.75 g/L)等现代

湖泊底层中均有发现(黄宝仁等,1985;郑绵平等,1989;李元芳等,1991,1994,1997,2001;彭金兰,1997),羌塘组下一中段分布较多的其他介形虫则大为消失,说明羌塘组上段的湖泊已处于一较动荡不稳定的沉积环境,已很难适宜介形虫的大量生存繁衍,气候可能已转为干凉,水体的矿化度也开始增高,并具有一定的咸度。之后随着昆仑—黄河运动影响使山体不断隆升,羌塘古湖进一步萎缩消亡,而结束了羌塘组的沉积。

随着昆仑—黄河运动加强,昆仑山的不断隆升,在含第 I 介形虫化石组合的羌塘组即将结束时,垭口盆地的沉积中心开始向北至昆仑河、野牛沟、三岔河和纳赤台一带推移,又相继沉积了纳赤台组和三岔河组,前者为泥石流的粗碎屑堆积,显然不具备介形虫的生息繁衍环境,后者在野牛沟出露厚约 63 m,中下部为粗碎屑砂、砾石的瓣状河沉积,水流量变化大,季节性强,处于动荡不稳定的环境,也不适宜介形虫的生息繁衍,故未发现介形虫化石,一直到三岔河组的上部才出现相对较为稳定的水域,开始转为湖相的沉积环境,介形虫才又开始了繁衍,产生了第 II 介形虫化石组合,属种显然较第 I 组合为少,计有 9 属 12 种,其中以 *Limnocythere dubiosa* 最为丰富,其是适应性很强的淡—咸水的现生种,在我国青海湖(矿化度为 12.76 g/L)及西藏的一些咸水湖中有较广泛的分布,如色林错(矿化度 18.96 g/L)、申错(矿化度 23.51 g/L)、班戈湖(平均矿化度 282.59 g/L)、扎伦茶卡(矿化度 I 湖 75.35 g/L, II 湖平均为 344.95 g/L, III 湖 57.25 g/L)、扎布耶湖、班公错及我国新疆博斯腾湖、内蒙的现代湖泊及北京颐和园昆明湖等底质中均有分布(黄宝仁,1964;黄宝仁等,1985;庞其清等,1985;庞其清,1995;李元芳等,1991,1995,1997,2001)。*Eucypris crassa* 为德、美、瑞典、俄罗斯等国的一高原现生种,为生活于含水草沼泽、沟渠、水洼、河床的春季种,这些地区至夏季常常干涸而不能生存(Sars, 1928; Бронштейн, 1947)。*Ilyocypris bradyi* 虽较喜温,但具较强的抗低温能力(陈受忠,1956;杨藩等,2002)。*Candona candida* 较喜凉,系温带至北极一带的现生种,在俄罗斯外高加索海拔 1925 m,瑞士阿尔卑斯山海拔 2560 m 的水体也有分布(Sars, 1928; Бронштейн, 1947; Манделштам, 1963)。*Potamocypris villosa* 为前苏联、中亚、东欧和北美的一现生种,在北高加索、格鲁吉亚等地海拔 1800 m 的冰碛湖、水塘等水体均有一定的分布(Бронштейн, 1947)。

*Potamocypris wolffi* 也系前苏联、西欧、德国、奥地利阿尔卑斯山等地的一现生种,在北高加索海拔 2680 m 的水体尚有发现(Бронштейн,1947)。根据这几种介形虫现生种的分布,不难看出三岔河组含第 II 介形虫化石组合所反映的生态环境明显的不同于含第 I 介形虫化石组合的羌塘组,三岔河组上部应是处于一种蒸发较快和高原干旱较寒冷的环境,当时水体的矿化度可能也较高,并具有一定的咸度,说明三岔河组的沉积时期,尤其是后期,昆仑山垭口地区的野牛沟—纳赤台一带可能已上升到与现今大致相当的高度了。

**致谢:**北京大学崔之久教授、伍永秋博士等和中国地质科学院盐湖中心提供介形虫化石样品和有关地层资料,在此一并致谢。

### 参 考 文 献

- 陈受忠. 1956. 武昌东湖的数种介形类甲壳动物. 水生生物学集刊, 2:314~322.
- 崔之久,伍永秋,刘耕年,等. 1998a. 青藏公路昆仑山垭口天然剖面记录. 见:施雅风等主编. 青藏高原晚新生代隆升与环境变化, 广州:广东科技出版社,83~144.
- 崔之久,伍永秋,刘耕年,等. 1998b. 关于“昆仑—黄河运动”. 中国科学(D辑),28(1):53~59.
- 葛道凯,崔之久,伍永秋,等. 1995. 青藏高原昆仑山垭口盆地沉积构造史研究. 见:青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究学术论文年刊. 北京:科学出版社,126~135.
- 关绍曾,陈淑华. 1990. 新疆阿里坤盆地第四纪介形类沉积环境和古气候分析. 化工地质, (1):1~10.
- 关绍曾,萧综正,张清波,何希贤. 1995. 北京延庆盆地第四纪早期介形类动物群、古生态及对该区古环境的认识. 化工地质,17(4): 217~228.
- 侯祐堂,等. 1982. 江苏地区白垩纪—第四纪介形类动物群. 北京:地质出版社.
- 侯祐堂,勾韵娟,陈德琼. 2002. 中国介形类化石,第一卷, Cypridacea 和 Darwinulidacea. 北京:科学出版社.
- 黄宝仁. 1964. 柴达木盆地甘森区介形类化石. 古生物学报,12(2): 241~270.
- 黄宝仁. 1982. 云南丽江盆地更新统介形类化石. 古生物学报,21(2): 174~180.
- 黄宝仁. 1984. 青海共和盆地上新世及早更新世介形类. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊,19:1~23.
- 黄宝仁. 1985. 桑干河中下游流域更新世介形类及其地质意义. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊,21:85~107.
- 黄宝仁. 1986. 青海湖区第四纪介形类. 中国科学院南京地质古生物研究所从刊,7:187~236.
- 黄宝仁,杨恒仁,尤坤元. 1982. 西藏南部和西南部上新世及第四纪介形类. 西藏古生物(第四分册). 北京:科学出版社,326~328.
- 黄宝仁,杨笛法,李景贵. 1983. 洱海表层沉积物中的介形类及其对陆相生物环境的意义. 见:中国科学院青藏高原综合科学考察队编. 青藏高原研究,横断山考察专集(一). 昆明:云南人民出版社,90~95.
- 黄宝仁,杨笛法,李景贵. 1984. 昆明滇池表层沉积物中的介形类. 中国科学院地理研究所集刊,2:26~35.
- 黄宝仁,杨笛法,范云琦. 1985. 西藏现代湖泊表层沉积物中的介形类. 微体古生物学报,2(4):369~376.
- 黄宝仁,王景哲. 1991. 介形类. 见:黄宝玉,郭书元等著. 山西中南部晚新生代地层和古生物群. 北京:科学出版社,121~141.
- 蒋显庭,周维芬,林树璠. 1995. 新疆地层及介形类化石. 北京:地质出版社.
- 李友桂. 1966. 陕西兰田渭南新生界介形虫化石. 陕西兰田渭南新生界现场会议文集. 北京:科学出版社,255~275.
- 李友桂,郑绵平. 1983. 西藏阿里地区全新世早期介形虫及其古环境. 青藏高原地质文集. 北京:地质出版社,(3):267~269.
- 李元芳,张青松,李炳元,刘福涛. 1991. 西藏班公错晚更新世晚期介形类及其古地理意义. 微体古生物学报,8(1):57~64.
- 李元芳,张青松,李炳元,Gasse F. 1994. 青藏高原西北部 17000 年以来的介形类及环境演变. 地理学报,49(1):46~54.
- 李元芳,张青松,李炳元. 1995. 青藏高原西部地区晚更新世晚期以来的介形类与环境演变. 见:青藏高原研究会编. 青藏高原与全球变化研讨会论文集. 北京:气象出版社,52~61.
- 李元芳,李炳元,王国,李世杰,朱照宇. 1997. 西昆仑甜水海古湖泊介形类及其环境意义. 湖泊科学,9(3):223~230.
- 李元芳,朱立平,李炳元. 2001. 150 年来青藏高原南红山湖的介形类与环境变化. 地理研究,20(2):199~205.
- 林和茂,袁凤钊,黄育庆,等. 1982. 汾渭盆地新生代介形类化石. 石油地质文集,地层古生物. 北京:地质出版社,59~91.
- 刘俊英,郑绵平,齐文. 2002. 西藏扎布耶盐湖 40 ka BP 以来的微体古生物与气候环境演变. 中国地质学会八十周年纪念文集. 北京:地质出版社,560~667.
- 庞其清. 1982a. 青藏高原昆仑山口第四纪羌塘组介形虫化石的地质意义. 青藏高原地质文集(4). 北京:地质出版社,151~165.
- 庞其清. 1982b. 青藏高原唐古拉山晚新生代介形虫化石及其地质意义. 青藏高原地质文集(4). 北京:地质出版社,166~175.
- 庞其清. 1985. 青藏高原昆仑山口更新世介形类的一新属. 青藏高原地质文集(16). 北京:地质出版社,269~276.
- 庞其清. 1995. 昆明湖沉积物的介形虫. 见:黄成彦等著. 颐和园昆明湖 3500 余年沉积物研究. 北京:地质出版社,77~90.
- 庞其清,郑绵平,刘文高. 1985. 西藏色林湖—班戈湖地区晚新生代介形虫化石及其地层意义. 青藏高原地质文集(16). 北京:地质出版社,243~259.
- 彭金兰. 1997. 西藏佩枯错距今 13000~4500 年间的介形类及环境变迁. 微体古生物学报,14(3):239~254.
- 青海石油管理局勘探开发研究院,中国科学院南京地质古生物研究所. 1988. 柴达木盆地第三纪介形类动物群. 南京大学出版社,1~190.
- 王景哲. 1982. 山西晋中中断陷晚新生代介形类化石及其意义. 石油地质文集,地层古生物(4). 北京:地质出版社,103~110.
- 王景哲. 1987. 山西大同断陷盆地晚新生代介形类及其意义. 石油地质古生物会议论文集. 北京:地质出版社,159~402.
- 王景哲,朱达今. 1991. 四川红原,若尔盖地区第四纪介形类. 微体古生物学报,8(1):111~120.



- 吴锡浩, 钱方, 浦庆余. 1982a. 东昆仑山第四纪冰川地质. 青藏高原地质文集(4). 北京: 地质出版社, 1~18.
- 吴锡浩, 钱方. 1982b. 格尔木河水系河谷地貌. 青藏高原地质文集(4). 北京: 地质出版社, 71~86.
- 伍永秋, 崔之久, 刘耕年. 1995. 昆仑山中、晚更新世三岔河组沉积相与环境. 见: 青藏项目专家委员会编. 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究学术论文年刊. 北京: 科学出版社, 136~145.
- 杨藩. 1981. 从介形类化石的分布试论柴达木盆地东部地区第四系的划分与对比. 见: 中国微体古生物学会编, 中国微体古生物学会第一次学术会议论文集. 北京: 科学出版社, 46~53.
- 杨藩. 1986. 柴达木盆地第四纪介形类与环境变迁. 见: 中国微体古生物学会编. 中国古生物学会十三、十四届学术年会论文集. 合肥: 安徽科学技术出版社, 279~284.
- 杨藩, 孙镇城, 张永华, 等. 2002. 青海柴达木盆地第四纪介形类属 *Ilyocypris* 壳面瘤状装饰的分类意义. 微体古生物学报, 19(1): 15~32.
- 杨留法, 范云崎, 黄宝仁. 1982. 西藏高原现代湖泊沉积物中的介形类化石及其与湖水矿化度间关系的初步研究. 海洋湖沼通报. (1): 20~28.
- 阴家润, 崔之久, 葛道凯. 1996. 昆仑山垭口第四纪化石生物群的发现及其对昆仑山隆升的古气候意义. 地球科学, 3: 241~248.
- 禹娜, 赵泉鸿, 等. 2005. 太湖现生介形虫. 微体古生物学报, 22(2): 143~151.
- 袁凤钿. 1986. 三门峡地区三门系介形类化石的发现及其意义. 微体古生物学报, 3(2): 161~196.
- 郑绵平, 向军, 等. 1989. 青藏高原盐湖. 北京: 科学技术出版社.
- 中国地层典编委会. 2000. 中国地层典, 第四系. 北京: 地质出版社, 1~122.
- 中国科学院兰州地质研究所等. 1979. 青海湖综合考察报告. 北京: 科学出版社.
- 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 1983. 西藏第四纪地质. 北京: 科学出版社.
- 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 1984. 西藏河流与湖泊. 北京: 科学出版社.
- 周慕林, 等. 1988. 中国的第四系. 中国地层. 北京: 地质出版社, 48~62.
- Bhatia S B, Singh D. 1971. Ecology and distribution of some recent ostracodes of the vale of Kashmir, India. *Micropaleontology*, 17(2): 214~220.
- Bhatia S B. 1968. Pleistocene Ostracodes from the Upper Karewas of Kashmir. *Indian Micropaleontology*, 14(4): 465~483.
- Deckker P D. 1979. The middle pleistocen ostracod fauna of the west runton freshwater bed, Norfolk. *Palaeontology*, 22(2): 293~316.
- Dickison K A, Swain F M. 1967. Late Cenozoic freshwater ostracoda and cladocera from Northeastern Nevada. *Jour. Paleont.*, 41(2): 335~350.
- Gutentag E D, Benson R H. 1962. Neogene (Plio-Pleistocene) freshwater ostracodes from the central High Plains. *State Geol. Surv. Kansas, Bull.*, 157(4): 1~60.
- Sars G O. 1928. An account of the Crustacea of Norway. *Ostracoda*. Bergen Museum, IX: 1~277.
- Sohn I G, Morris R W. 1963. *Cheikella*, a new fresh-water Ostracode genus, and *Telekia*, a new nam for a homonym. *Micropaleontology*, 9(3): 327~331.
- Staplin F L. 1963a. Pleistocene Ostracoda of Illinois. Part I. *Jour. Paleont.*, 37(4): 758~797.
- Staplin F L. 1963b. Pleistocene Ostracoda of Illinois. Part II. *Jour. Paleont.*, 37(6): 1164~1203.
- Swain F M. 1963. Pleistocene Ostracoda from the Gubik formation, Arctic coastal plain, Alaska. *Jour. Paleont.*, 37(4): 798~834.
- Winkler E M. 1960. Post-pleistocene Ostracodes of Lake Nipissing age. *Jour. Paleont.*, 34(5): 923~932.
- Winkler E M. 1962. Two Late Pleistocene (cary) freshwater Ostracod faunas. *Jour. Paleont.*, 36(5): 1021~1034.
- Агаларова Д А И др. 1961. Остракод плиоценовых и постплиоценовых отложений Азербайджана. *Азерб. гос. Изд-во, баку*
- Бронштейн З С. 1947. Фауна СССР, Ракообразные, том. п, вып 1, Ostracoda пресных вод. 300л. Инст. АН СССР. нов. сер. 316: 1~339.
- Казьмина Т А. 1975. Стратиграфия и Остракоды плиоцена и раннего плейстоцена юга Западно-Сибирской равнины. *АН. СССР. Сибир. Отде. Тр. Инсти. Геол геоф.*, вып. 264.
- Любимова П С и др. 1960. Остракоды Мезозойских и Кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности. *Тр. Внигри. Вып. 160: 1~373.*
- Мандельштам М И и Шнейдер Г Ф. 1963. Ископаемые Остракоды СССР, Семейство Cyprididae, Тр. ВНИГРИ, вып. 203: 1~242. гостоптехиздат, Ленинград.
- Мандельштам М И и др. 1962. Остракоды плиоценовых и постплиоценовых отложений Туркменистана, 1~288. Изд - во Академия наук Туркменской СССР институт геологии.
- Меньшиков, С. Ф., 1966: Остракоды кайнозоя северной Киргизии. Ископаемые Остракоды, Академия наук украинской СССР. стр. 15~165.
- Негадаев-Никонов, К Н. 1974. Остракоды Континент-тального Плейстоцена Юга Еврейской части СССР. 1~216. Издтеовство«ШТИНЦА» кишнев.

## 图版说明

标本保存在石家庄经济学院, 由中国地质科学院地质研究所杨安国、周惠和陈方远同志电镜扫描照相。化石壳长、高、厚的度量单位为 mm。

## 图版 I

- 1, 2. *Ilyocypris dunschanensis* Mandelstam, 1963, 不同壳的右(×40, 长 1.088, 高 0.600)、右(×48, 长 0.802, 高 0.843)视; 登记号: 95314, 95317; 采集号: y<sub>2</sub>-23, y<sub>2</sub>-3; 青海昆仑山垭口 2 号剖面, 下更新统羌塘组。
3. *Ilyocypris gibba* (Ramdohr), 1808, 右视(长 1.100, 高 0.600); ×40; 登记号: 95311; 采集号: y<sub>2</sub>-9; 青海昆仑山垭口 2 号剖面, 下更新统羌塘组。

- 4,5 *Ilyocypris bradyi* Sars, 1890, 不同壳的左(长 0.875, 高 0.475)、左(长 0.975, 高 0.500)视;均×40;登记号:95315, 95316;采集号:均为  $y_2-3$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。
- 6,7. *Ilyocypris evidens* Mandelstam, 1961, 不同壳的右(长 1.075, 高 0.575)、右(长 1.213, 高 0.675)视;均×40;登记号:95313, 95308;采集号:均为  $y_2-3$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。
- 8~10. *Ilyocypris tuberculata* (Brady), 1868, 均×40; 8. 右视(长 1.100, 高 0.625);登记号:95309;采集号:武-27;青海昆仑山垭口武警沟,下更新统羌塘组。9,10. 不同壳的右(长 1.100, 高 0.625)、右(长 1.080, 高 0.641)视;登记号:95310, 95312;采集号:均为  $y_2-9$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。
- 11~13. *Eucypris* sp. 1., 不同壳的右(长 1.100, 高 0.625)、左(长 1.100, 高 0.625)、右内(长 1.175, 高 0.675)视;均×40;登记号:95320, 95321, 95319;采集号:均为  $y_2-9$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。
14. *Herpetocypris rischtanica* Schneider, 1963, 右视(长 1.150, 高 0.625);×40;登记号:95322;采集号: $y_2-3$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。
15. *Herpetocypris dvalyi* Schneider, 1963, 右视(长 0.917, 高 0.521);×48;登记号:95328;采集号:为  $y_2-23$ ;青海昆仑山垭口 1 号剖面,下更新统羌塘组。
16. *Candona neglecta* Sars, 1887, 右视(长 1.125, 高 0.625);×40;登记号:95329;采集号:为  $y_2-6$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。
- 17~19. *Candona covexsa* Livaltal, 1929, 不同壳的右(长 0.913, 高 0.425)、左(长 0.875, 高 0.488)、右内(长 1.038, 高 0.550)视;均×40;登记号:95331-1, 95331-2, 95332;采集号: $y_2-9$ ,  $y_2-9$ ,  $y_2-6$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。
- 20~22. *Candona rostrata* Brady et Normann, 1889, 均×40; 20. 右视(长 0.888, 高 0.513);登记号:95333;采集号: $y_2-6$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。21, 22. 不同壳的右(长 0.950, 高 0.500)、左(长 0.938, 高 0.513)视;登记号:95334-1, 95334-2;采集号:均为武-27;青海昆仑山垭口武警沟,下更新统羌塘组。
- 23, 24. *Candoniella albicans* (Brady), 1864, 不同壳的右(长 0.583, 高 0.302)、左(长 0.573, 高 0.302)视;均×48;登记号:95335-1, 95335-2;采集号:均为武-27;青海昆仑山垭口武警沟,下更新统羌塘组。
- 25, 26. *Candoniella mirabilis* Schneider, 1963, 不同壳的右(长 0.625, 高 0.333)、左(长 0.625, 高 0.354)视;均×48;登记号:95336-1, 95336-2;采集号:均为武-27;青海昆仑山垭口武警沟,下更新统羌塘组。
- 27, 28. *Cyclocypris serena* (Koch), 1837, 不同壳的右(长 0.542, 高 0.375)、左(长 0.563, 高 0.385)视;均×48;登记号:95337-1, 95337-2;采集号:均为武-27;青海昆仑山垭口武警沟,下更新统羌塘组。

## 图版 II

- 1~6. *Leucocythere mirabilis* Kaufmann, 1892, 不同壳的雌性右(×60, 长 0.892, 高 0.500)、雌性左(×60, 长 0.908, 高 0.508)、雄

性右(×60, 长 0.842, 高 0.402)、雄性左(×60, 长 0.909, 高 0.433)、雌性右(×48, 长 0.833, 高 0.458)、雌性左(×48, 长 0.741, 高 0.398)视;登记号:11361, 11225, 11302, 11230, 95307-1, 95307-2;采集号:1~4 为  $y_2-9$ , 5-6 为  $y_1-8$ ;青海昆仑山垭口 1 号和 2 号剖面,下更新统羌塘组。

5~7. *Leucocythere postistrumifera* Pang, 1985, 右视(长 0.725, 高 0.392);×60;登记号:11324;采集号: $y_2-24$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。

8~12. *Leucocythere postilirata* Pang, 1985, 8~11. 均×42;不同壳的右(长 0.904, 高 0.452)、右(长 0.679, 高 0.369)、右(长 0.869, 高 0.420)、右(长 0.881, 高 0.405)视;登记号:95369, 95340-1, 95340-2, 95343;采集号: $y_2-6$ ,  $y_2-11$ ,  $y_2-9$ ,  $y_2-23$ 。12. 右视(长 0.983, 高 0.442), ×60;登记号:11328;采集号: $y_2-9$ ;青海昆仑山垭口 1 号和 2 号剖面,下更新统羌塘组。

13~16. *Leucocythere dilatata* Pang, 1985, 不同壳的右(长 0.854, 高 0.531)、左(长 0.896, 高 0.479)、右(长 0.875, 高 0.458)、右(长 0.896, 高 0.563)视;均×48;登记号:95304, 95305-1, 95305-2, 95346;采集号: $y_1-23$ ,  $y_2-9$ ,  $y_2-9$ ,  $y_1-17$ ;青海昆仑山垭口 1 号和 2 号剖面,下更新统羌塘组。

18. *Leucocythere dorsotuberosa* Huang, 1984, 不同壳的右(长 0.881, 高 0.476)、左(长 0.857, 高 0.440)视;均×42;登记号:95338-2, 95338-1;采集号:均为  $y_2-6$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。

19, 20. *Leucocythere tropis* Huang, 1984, 不同壳的右(长 0.843, 高 0.438)、左(长 0.885, 高 0.448)视;均×48;登记号:95306-1, 95306-2;采集号:均为  $y_1-8$ ;青海昆仑山垭口 1 号剖面,下更新统羌塘组。

21. *Leucocythere burangensis* Huang, 1982, 雄性右视(长 0.958, 高 0.447);×48;登记号:95342;采集号: $y_2-6$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。

## 图版 III

1. *Limnocytherellina kunlunensis* Pang, 1985, 雄性右视(长 0.650, 高 0.292);×60;登记号:95349-2;采集号: $y_2-11$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。

2~5. *Limnocytherellina bispinosa* Pang, 1985, 均×60; 2. 雄性右(长 0.650, 高 0.300)视;登记号:95349-1;采集号:武-27;青海昆仑山垭口武警沟,下更新统羌塘组。3~5. 不同雄性右(长 0.675, 高 0.325)、雌性右(长 0.533, 高 0.267)、雌性左(长 0.500, 高 0.258)视;登记号:95351-1, 95350-1, 95350-2;采集号:均为  $y_2-11$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。

6~12. *Limnocytherellina trispinosa* Pang, 1985, 6~8. 不同壳的雌性左(长 0.525, 高 0.283)、雌性右(长 0.550, 高 0.300)、雄性左(长 0.633, 高 0.300)视;均×60;登记号:95352-1, 95352-2, 95353-2;采集号:均为武-27;青海昆仑山垭口武警沟,下更新统羌塘组。9~12. 不同壳的雄性左(×60;长 0.665, 高 0.317)、雄性右(×60;长 0.675, 高 0.325)、雄性左(×72;长 0.743, 高 0.368)、雌性左(×72;长 0.720, 高 0.403)视;登记号:95351-2, 95353-1, 00266, 00268;采集号: $y_2-11$ ,  $y_2-6$ ,  $y_2-13$ ,  $y_2-13$ ;青海昆仑山垭口 2 号剖面,下更新统羌塘组。

13~16. *Eucypris crassa* (O. F. Müller), 1785, 不同壳的右(长 1.010, 高 0.563)、左(长 0.979, 高 0.448)、左内(长 0.938, 高

0.552)、右内(长 0.927,高 0.531)视;均×48;登记号:95327,95326,95324,95325;采集号:S-10,S-10,S-8,S-10;青海昆仑山垭口野牛沟,上更新统三岔河组。

17,18. *Eucypris rischtanica* Schneider, 1963,不同壳的右(长 0.667,高 0.354)、右(长 0.875,高 0.438)视;均×48;登记号:95323-1,95323-2;采集号:S-2,S-10;青海昆仑山垭口野牛沟,上更新统三岔河组。

19. *Ilyocypris bradyi* Sars, 1890,右视(长 0.906,高 0.490);×48;登记号:95318;采集号:S-10;青海昆仑山垭口野牛沟,上更新统三岔河组。

20~23. *Limnocythere dubiosa* Daday, 1903,不同壳的右(长 0.550,高 0.333)、右(长 0.600,高 0.350)、左(长 0.567,高 0.333、左(长 0.583,高 0.342)视;均×60;登记号:95345-1,95345-2,95344-1,95344-2;采集号:均为 S-10;青海昆仑山垭口野牛沟,上更新统三岔河组。

#### 图版 IV

化石均产自青海昆仑山垭口纳赤台西,上更新统三岔河组。

1~6. *Ilyocypris bradyi* Sars, 1890,不同壳的右(×55;长 0.945,高 0.668)、左(×58;长 0.880,高 0.472)、右(×56;长 0.848,高 0.440)、左(×62;长 0.798,高 0.424)、右(×55;长 0.961,高 0.505)、左(×50;长 0.994,高 0.554)视;登记号:2063,2064,2065,2066,2077;采集号:1,2. 为 7-10-2-25,3~6. 为 7-10-2-37。

7~11. *Candona candida* (O. F. Müller), 1776,不同壳的右(×63;长 0.815,高 0.456)、左(×50;长 0.994,高 0.571)、左(×84;长 0.584,高 0.342)、右(×55;长 0.962,高 0.571)、左(×51;长 1.027,高 0.587)视;登记号:2072,2073,2082,2090,2091;采集号:7-10-2-37,7-10-2-37,7-10-2-45,7-10-2-38,7-10-2-38。

12~14. *Potamocypris villosa* (Jurine), 1820,不同壳的右(×71;长 0.668,高 0.440)、右(×70;长 0.668,高 0.408)、右(×76;长 0.619,高 0.406)视;登记号:2078,2080,2081;采集号:7-10-2-37,7-10-2-37,7-10-2-45。

15,16. *Potamocypris* cf. *wolfi* Brehm, 1920,不同壳的左(×70;长

0.668,高 0.375)、左(×78;长 0.668,高 0.408)视;登记号:2079,2098;采集号:7-10-2-37,7-10-2-53。

17. *Cypridopsis obesa* Brady et Robertson, 1870,左视(长 0.737,高 0.456);×68;登记号:2092;采集号:7-10-2-38。

#### 图版 V

除注明者外,化石均产自青海昆仑山垭口纳赤台西,上更新统三岔河组。

1~4. *Prionocypris gansensensis* Huang, 1964,不同壳的右(×42;长 1.243,高 0.636)、左(×42;长 1.174,高 0.619)、左内(×38;长 1.337,高 0.707)、右内(×52;长 1.043,高 0.571)视;登记号:2067,2068,2070,2097;采集号:7-10-2-25,7-10-2-25,7-10-2-37,7-10-2-37。

3~6. *Eucypris rischtanica* Schneider, 1963,不同壳的右(×60;长 0.786,高 0.383)、右(×54;长 0.974,高 0.456)视;登记号:2087,2088;采集号:7-13-3-41,7-13-3-60;青海昆仑山垭口野牛沟左岸;上更新统三岔河组。

7,8. *Stenocypris* cf. *major* (Baird), 1859,7. 左视(长 1.223,高 0.571);×42;登记号:2083;采集号:7-10-2-41;青海昆仑山垭口纳赤台西,上更新统三岔河组。8. 左视(长 0.913,高 0.456);×54;登记号:2089;采集号:7-13-3-60;青海昆仑山垭口野牛沟左岸,上更新统三岔河组。

9~12. *Eucypris elliptica* (Baird), 1846,不同壳的右(长 1.060,高 0.587)、右(长 1.092,高 0.603)、右(长 1.085,高 0.596)、左(长 1.043,高 0.571)视;均×47;登记号:2074,2095,2096,2097;采集号:7-10-2-37,7-10-2-38,7-10-2-40,7-10-2-40。

13,14. *Eucypris* sp. 2.,不同壳的左(×46;长 1.108,高 0.652)、左(×39,长 1.320,高 0.737)视;登记号:2075,2093;采集号:7-10-2-37,7-10-2-36。

15~17. *Limnocythere dubiosa* Daday,1903,不同壳的左(×78;长 0.652,高 0.343)、右(×82;长 0.603,高 0.326)、左(×93;长 0.538,高 0.293)视;登记号 2084,2085,2086;采集号:7-10-2-45,7-10-2-41,7-10-2-45。

## Quaternary Ostracoda in the Pass Area of the Kunlun Mountains, Northern Qinghai-Tibet Plateau, with a Discussion on the Environmental Change

PANG Qiqing<sup>1)</sup>, LIU Junying<sup>2)</sup>, ZHENG Mianping<sup>2, 3)</sup>, ZHAO Xitao<sup>2)</sup>

1) Shijiazhuang University of Economic, Shijiazhuang, Hebei, 050031

2) Key Laboratory of Saline Lake Resources and Enviroment of the Ministry of Land and Resourese, Beijing, 100037

3) R & D Centre for Saline Lake and Epithermal Deposit, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037

### Abstract

Quaternary system developed at the pass area of the Kunlun Mountains, Northern Qinghai-Tibet Plateau. They are composed of in ascending order as follows: Jingxian Formation (Jingxian glacial series), Qiangtang Formation, Nachitaigou Formation, Sanchahe Formation, Xiaonanchuan Formation and Reshui Formation. The abundant ostracoda fossils are found in the Qiangtang Formation and the

Sanchahe Formation and may be subdivided into 2 assemblages, i. e. ① *Ilyocypris* -*Candona*-*Leucocythere*-*Limnocytherellina* assemblage and ② *Limnocythere*-*Prionocypris*-*Eucypris*-*Ilyocypris* assemblage.

The fossils of the first assemblage contain 8 genera and 25 species and they are distributed in the Qiangtang Formation, of which the fossils are most abundant in the Middle Member of the Qiangtang Formation. This assemblage reveals the Early Pleistocene characteristics of the Xiaqiongcuo Formation in the Qilin - Bange Lake of Tibet, the Ayihai Formation in the Qinghai, Sanmen Formation in Shaanxi-Henan and the Nihewan Formation in Northern China. Therefore the first assemblage and its strata in the Qiantan Formation undoubtedly belong to the Early Pleistocene, but its upper section of the upper member may contain the Middle Pleistocene.

The fossils of the second assemblage consist of 9 genera and 12 species, in which 9 species are the recent species. This assemblage is found at the upper section of the Sanchahe Formation, and they reveal the characteristics of the Middle Upper Pleistocene Erlangjian Formation in Qinghai and the upper Pleistocene Tongjiuzangbu Formation in the Qilin-Bange Lake area, Tibet. So the second assemblage and its strata (Sanchahe Formation) should belong to the late Pleistocene, but the Mid-Lower part of the Sanchahe Formation may belong to the Middle Pleistocene.

Based on the paleoecological characters of ostracod fossils, together with changes of ecoassemblages and sedimentary features, the Qiangtang Formation is fluviolacustrine facies deposits; its lower member is coarse-grained alluvial fan deposits, the middle member is fine-grained lacustrine deposits and the upper member is coarse-grained fan-delta deposits. The mid-lower parts of the Sanchahe formation is braided river deposits, the upper part of the Sanchahe Formation is Lacustrine deposits. During the uplift of the Qinghai-Tibet plateau, the margin of the plateau was cut by rivers and the fault basin still received deposits in the Early-Late Pleistocene.

**Key words:** Quaternary; ostracoda; environmental changes; pass area of Kunlun Mountains; Qinghai-Tibet Plateau

