

西藏札达盆地腹足类组合及生物地层学

韩建恩¹⁾, 余佳¹⁾, 贺承广¹⁾, 孟庆伟²⁾, 朱大岗¹⁾, 孟宪刚¹⁾, 邵兆刚¹⁾, 杨朝斌³⁾

1) 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

2) 中国地质科学院, 北京 100037;

3) 西藏自治区国土资源厅, 西藏拉萨 850000

摘要: 在西藏札达盆地古格组第四岩性段发现大量腹足类化石: *Adelinella regularis* Yü(规则小隐螺)、*Velutinopsis spiralis* Yü(旋纹似天鹅绒螺)、*Radix zandaensis* sp. nov.(札达萝卜螺)、*Hippeutis* cf. *minor* (Ping)(微小圆扁卷螺), 称为小隐螺-似天鹅绒螺组合。根据这些腹足类化石在西藏西南部的分布特征, 认为它们是分布于北喜马拉雅山间断陷盆地的一个腹足类组合, 介于西藏犀类化石与杜氏珠蚌-河北珠蚌层之间, 时代处于晚上新世-早更新世之间。对比现生种属研究认为, 札达盆地腹足类应生活于近岸的浅湖环境。孢粉分析认为化石层形成时为温暖潮湿的森林-草原环境, 化石层下部的三趾马生活在温暖而显干旱的灌丛草原环境, 可知札达盆地由托林组至古格组, 古气候经历了由温暖干旱向温暖潮湿的转变过程。

关键词: 西藏; 札达盆地; 腹足类组合; 古格组; 上新世-早更新世

中图分类号: Q915.817.2; Q915.5 **文献标志码:** A **doi:** 10.3975/cagsb.2012.02.04

The Assemblage of Gastropod Fossils in Zanda Basin of Tibet and Its Biostratigraphy

HAN Jian-en¹⁾, YU Jia¹⁾, HE Cheng-guang¹⁾, MENG Qing-wei²⁾, ZHU Da-gang¹⁾,
MENG Xian-gang¹⁾, SHAO Zhao-gang¹⁾, YANG Chao-bin³⁾

1) Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081;

2) Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;

3) Land and Resources Department of Tibet, Lhasa, Tibet 850000

Abstract: A number of gastropod fossils were discovered in the 4th lithologic member of Guge Formation within Zanda basin of Tibet, with the identification of an assemblage of *Adelinella regularis*-*Velutinopsis* which comprises *Adelinella regularis* Yü, *Velutinopsis spiralis* Yü, *Radix zandaensis* sp. nov and *Hippeutis* cf. *minor* (Ping). Based on the distribution characteristics of these gastropod fossils in southwest Tibet, the authors regards them as a biological assemblage located in the intermontane fault basin in northern Himalayas, between the Rhino fossils layer and *Unio douglasiae* Giffith-Pidgeon-*Unio tschiliensis* Sturany layer and with a paleomagnetic age of late Pliocene-Early Pleistocene. Based on a comparison with the existing species of gastropod, the authors hold that the gastropod in the fossil strata in Zanda basin might have lived in a shallow littoral lake environment. The sporopollen reveals that the place where the gastropod in the fossil strata lived was an environment of warm and moist forest-grasslands. *Hipparion* in the lower gastropods fossil layer in Zanda basin indicates a warm and arid shrub-grassland environment. Consequently, the paleo-climate during the deposition of the Tuolin Formation and Guge Formation experienced a transition from a warm and dry environment to a warm and humid environment.

Key words: Tibet; Zanda basin; gastropod fossils assemblage; Guge Formation; Pliocene-early Pleistocene

札达盆地地处西藏西部的阿里地区、象泉河流域(在北纬 31°40', 东经 79°45'一带), 介于喜马拉雅

本文由中国地质调查局项目(编号: 1212011087114; 1212010511902)和国家自然科学基金项目(编号: 40572134)共同资助。

收稿日期: 2011-12-08; 改回日期: 2012-01-04。责任编辑: 张改侠。

第一作者简介: 韩建恩, 男, 1980年生。博士。从事构造地质学、沉积相与古环境研究。通讯地址: 100081, 北京市海淀区民族大学南路 11 号。电话: 010-68422370。E-mail: hanjianen@163.com。

山及其北面支脉阿伊拉日居之间,为一晚新生代断陷盆地。盆地呈 NW—SE 向展布,长约 240 km,宽约 50 km,海拔在 4000~4500 m 之间,属高原地带,盆地的基底为侏罗纪灰岩、砂岩和浅变质岩,其上不整合堆积了近千米厚的新近纪河湖相沉积地层。

2003—2005 年,我们在札达盆地进行野外调查时,在古格剖面采集到了大量的腹足类化石。腹足类是软体动物门中分布最广、属种最多的一纲(余汶,1982),札达盆地腹足类化石最早报道见于 1975 年,中国科学院青藏高原综合科学考察队在札达县札达农场三队剖面的青灰色泥岩中采集到淡水腹足类化石(中国科学院青藏高原综合科学考察队,1983),化石保存完好,数量较多但属种单调,只有 *Velutinopsis spiralis* Yü 一种,本次工作采集了 55 块化石,经中国地质科学院地质研究所李子舜研究员鉴定,可鉴定出 4 种腹足类化石。

1 札达盆地河湖相地层的重新厘定与划分

札达盆地河湖相沉积地层自 1981 年张青松等(张青松等,1981)首次研究至今,许多学者对其进行了各种研究(钱方等,1982;钱方,1999;李建国等,

2001a, b; 王维亮等,2004; 朱大岗等,2004a, b, 2005, 2008; 孟宪刚等,2004; 邵兆刚等,2006; Meng et al., 2008; 韩建恩等,2009)。张青松等将札达县香孜农场内一套含三趾马、古小长颈鹿、孢粉及腹足类的半胶结-松散状泥岩、粉砂岩、砂岩、砂砾岩及砾岩组合命名为札达群(N_2Q_{1z}),钱方将札达县城南托林贡巴沟内一套灰色、灰绿色、青灰色河湖相沉积砾岩、砂岩及粘土质岩石命名为托林组(N_2t),而将整合于托林组之上的一套河湖相砾岩、砂岩、粘土岩、粉砂岩地层命名为香孜组(Q_{1x})。2003—2005 年,笔者首先对这套河湖相地层进行了多次野外测勘,选择地层厚度大,出露好的地点测制了地层剖面,总共测制了 5 条剖面,对于每条剖面的厚度用水平地层出露的海拔高程来进行对照和校正,剖面之间根据地层标志层进行对接,最后计算出该套河湖相地层总厚度为 906.5 m。

根据沉积岩性、不整合面、所含化石、固结程度和岩相的变化,我们将这套水平产出、原顶底和接触关系不明的新近系上新统—第四系下更新统河湖相地层,从新到老重新划分为第四系下更新统香孜组(Qp^{1-1x})、新近系上新统古格组(N_2^2g)和上新统托林组(N_2^1t)(表 1),其中香孜组厚约 250 m,古格组厚约 656.5 m,托林组厚约 130 m。古格组为我们新建的岩石地层单位名称,与前人所建的托林组或札达组上段基本相当,但前人认为它们与上覆的香孜组呈过渡关系。现古格组与香孜组之间的关系已被查明,二者呈角度不整合接触,因这一接触关系首次在于古格附近找到,故命名为古格组(朱大岗等,2004a, b, 2005, 2008)。

2 实测剖面与腹足类化石产出的地层层位

古格组剖面位于札达县西多几东沟,剖面起止点大体由山梁上垂直到山脚,地层厚约 526.4 m,水平层理发育,多呈薄层状,属于湖相沉积(图 2)。剖面起点坐标:北纬 $31^{\circ}28'11''$,东经 $79^{\circ}44'16''$,海拔 3771 m(GPS 测量)。根据野外观察,按其岩性特征,将地层由上到下划分 1~35 层(表 2):

在 25、26 层中采集到 55 件腹足类化石,经过标本修复、编号登记、特征观察和记录三步,选出了 P_2H_{2-1} 至 P_2H_{2-24} , P_2H_{6-1} 至 P_2H_{6-21} , P_2H_{6G-1} 至 P_2H_{6-5} 及 1CH-1 至 1CH-5 共 55 件标本,作了鉴定、对比及分析研究(图版 I、图版 II),化石鉴定由中国地质科学院地质研究所李子舜研究员完成,化石均保存在中国地质科学院地质力学研究所内。

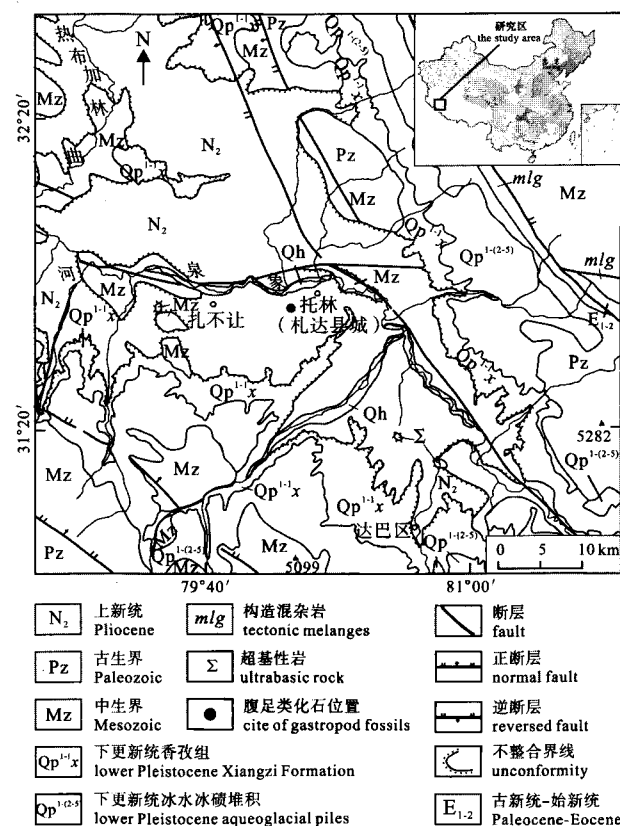


图 1 区域地质及化石位置图

Fig. 1 Regional geological map showing fossil location

表 1 西藏阿里札达盆地地层划分对比沿革(朱大岗等, 2005)
Table 1 Variation of stratigraphic division in Zanda Basin, Ngari area, Tibet(after ZHU Da-gang et al., 2005)

地层时代		张青松等, 1981	钱方, 1983	郭铁鹰等, 1991	(1: 100 万)噶大克幅, 1986	(1: 100 万)日土幅 1986	赵政章等, 2001		朱大岗等, 2005
下更新统 Qp ¹			香孜组 Q _{1x}	香孜组		札		香孜组	香孜组 Qp ^{1-1x}
新近系	上新统 N ₂	札达组 N _{2z}	托林组 N _{2t}	托林组	札达组 N _{2z}	达群 N ₂ Q _{1z}	札达群	托林组	古格组 N ₂ ^{2g}
	中新统 N ₁								托林组 N ₂ ^{1t}

表 2 札达县西多几东沟古格组实测剖面岩性特征表
Table 2 Lithology of the measured section of Guge Formation in Duoqidong, Zanda County

序号	岩性特征	厚度/m
1	砾岩	14.2
2	砾岩与泥质粉砂岩互层	38.2
3	土黄色泥质粉砂岩	13.2
4	橘黄色泥质粉砂岩	3.1
5	灰色中粗粒长石石英杂砂岩	14.2
6	灰黄色泥质粉砂岩	11.3
7	灰色中粗粒长石石英杂砂岩	6.5
8	灰黄色泥质粉砂岩。产植物化石：禾草 <i>Graminites</i> sp.	4.0
9	灰色中粗粒长石石英杂砂岩	3.0
10	灰黄色含粉砂质粘土岩	10.7
11	灰色砾岩	1.3
12	灰黄色细粒钙质岩屑长石砂岩	9.0
13	橘黄色粉砂质泥岩	26.5
14	灰色含砾中粗粒长石石英杂砂岩与灰黄色粉砂质泥岩互层	17.5
15	灰色泥质粉砂岩	5.0
16	灰红色含生屑砂质粘土岩	21.2
17	灰色含砾中粗粒长石石英杂砂岩	6.0
18	灰色细砂岩	5.0
19	灰红色含生屑砂质粘土岩	15.5
20	灰黑色泥质粉砂岩夹灰黄色细砂岩	10.5
21	灰黄色细砂岩	9.5
22	灰红色泥质粉砂岩与灰黄色中细粒长石石英杂砂岩互层	7.0
23	灰红色泥质粉砂岩夹少量灰黄色中细粒长石石英杂砂岩	13.0
24	灰红色泥质粉砂岩与灰黄色中细粒长石石英杂砂岩互层	19.0
25	灰黄色含砾中粗粒长石石英杂砂岩夹灰黄色细砂岩。产腹足类	8.0
26	深灰色含砂质生屑钙质粘土岩。产丰富的腹足类：似天鹅绒螺、小隐螺、圆扁卷螺、萝卜螺等	13.0
27	灰黄色含砾中粗粒长石石英杂砂岩夹钙质岩屑长石粗砂岩	49.0
28	深灰色粉砂质泥岩夹灰黄色中细粒长石石英杂砂岩	6.5
29	灰黄色含砾长石石英粗砂岩与中细粒长石石英砂岩互层	25.5
30	深灰色粉砂质泥岩	1.3
31	灰红色泥质粉砂岩	3.7
32	灰黄色含砾粗粒长石石英杂砂岩夹中细粒长石石英杂砂岩	19.8
33	深灰色粉砂质泥岩与灰红色泥质粉砂岩互层	5.5
34	灰黄色含砾粗粒长石石英杂砂岩夹灰黄色中细粒长石石英杂砂岩	27.5
35	深灰色粉砂质泥岩与灰黄色泥质粉砂岩互层	24.0

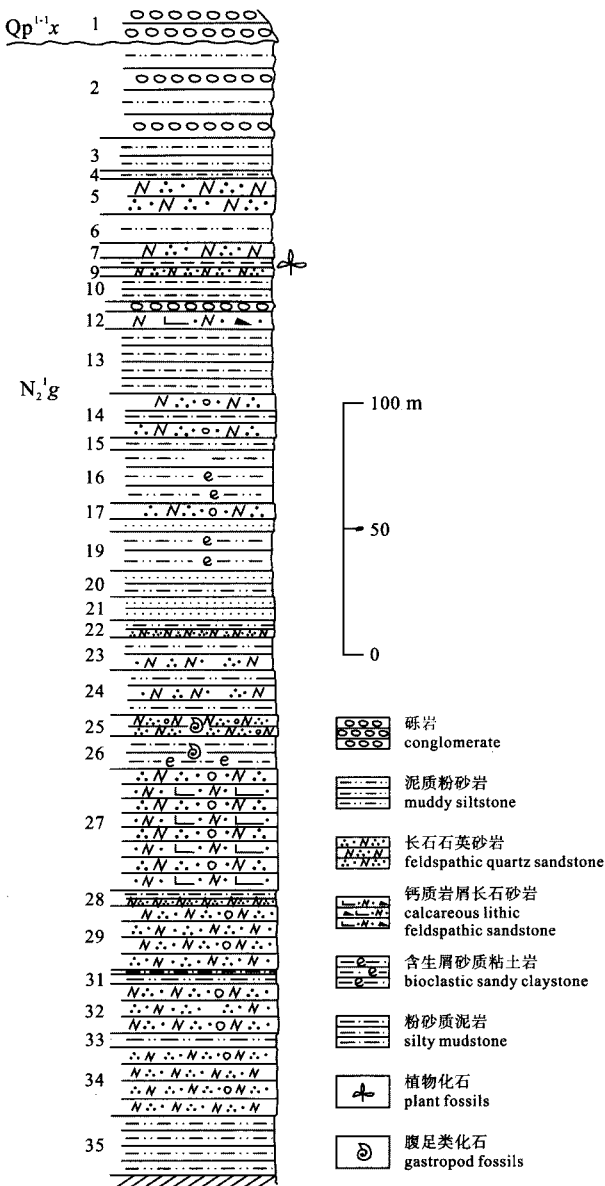


图 2 札达县西多几东沟古格组实测剖面
Fig. 2 Stratigraphic section of Guge Formation in Duojidong, Zanda County

3 腹足类化石鉴定结果

3.1 札达盆地腹足类化石种属鉴定

札达盆地腹足类化石经鉴定含 4 种肺螺类：*Adelinella regularis* Yü(小隐螺)、*Velutinopsis* Yü(似天鹅绒螺)、*Radix zandaensis* sp. nov.(札达萝卜螺)、*Hippeutis* sp.(圆扁卷螺)，各标本的鉴定部位及结果见表 3。我们将札达盆地上新世古格组河湖相地层中的这类腹足类称为小隐螺-似天鹅绒螺组合，主要是由椎实螺类、膀胱螺类和扁卷螺类组成的肺螺群体。其中包括现生属萝卜螺(*Radix*)、圆扁卷螺(*Hippeutis*)和近于现生属椎实螺(*Lymnaea*)的小隐螺

(*Adelinella*)、似天鹅绒螺(*Velutinopsis*)的种类。

3.2 札达盆地古格组腹足类系统分类

札达盆地古格组地层中发现的腹足类化石属于腹足纲肺螺亚纲下的 3 个科中的 4 个属的 4 个种。其中规则小隐螺属于小隐螺属，旋纹似天鹅绒螺属于似天鹅绒螺属，小隐螺属和似天鹅绒螺属同属于椎实螺科；札达萝卜螺属于膀胱螺科中的萝卜螺属；微小圆扁卷螺比较种属于扁卷螺科中的圆扁卷螺属，系统的分类如下(图 3)：

椎实螺科(Lymnaeidae)

小隐螺属(*Adelinella* Wenz, 1922)

规则小隐螺(*Adelinella regularis* Yü)

描述：壳体中等大小，螺塔呈锥形，壳顶尖细，具 4~5 个螺环，末螺环高大，约占壳高的一半以上，末螺环迅速胀大，周缘呈圆弧形，壳面饰有生长线和横肋(图版 I-1)。

比较与讨论：当前标本的壳形特征与属形种 *Adelina elegans* Cantraine 相似，壳体形状、大小、壳饰特征均与西藏聂拉雄拉南坡上新统达涕组的 *Adelinella regularis* Yü 几乎完全相同，应是同一种。

产地层位：西藏札达盆地，上新统古格组。

椎实螺科(Lymnaeidae)

似天鹅绒螺属(*Velutinopsis* Sandberger, 1875)

旋纹似天鹅绒螺(*Velutinopsis spiralis* Yü)

描述：壳体中等大小，壳质粗厚，螺塔低平，具 3~4 个螺环，末螺环极为胀大，几乎占壳体的整个高度。壳体上侧面宽圆，缝合线深陷，周缘圆凸。末螺环上的生长线逐渐增粗，还见有旋线和旋脊，壳口口缘粗厚，光滑，完整，外唇急剧翻卷且扩大，

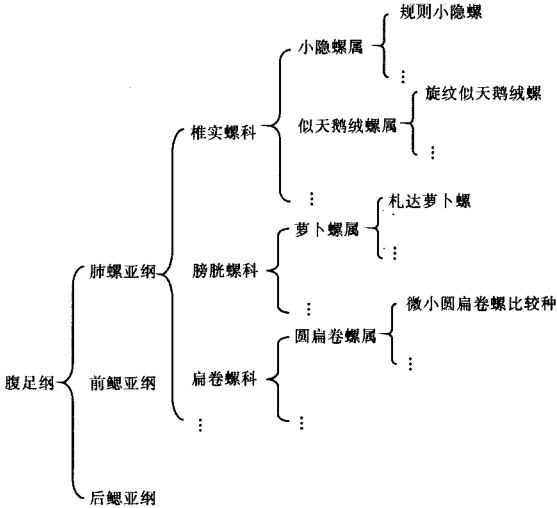


图 3 札达盆地腹足类系统分类图
Fig. 3 Systematic classification of gastropod fossils in Zanda Basin

表 3 札达盆地腹足类种属鉴定结果表
Table 3 Diagnostic results of gastropod fossils in Zanda Basin

序号	采集号	鉴定部位	鉴定名	图版
1	P ₂ H ₂₆₋₁	成年体背视/幼年体口视	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	图版 I -8、4
2	P ₂ H ₂₆₋₂	成年体口视	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	图版 I -5、II-3
3	P ₂ H ₂₆₋₃	口视	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	
4	P ₂ H _{26-G2}	顶视	<i>Adelinella regularis</i> Yü	
5	P ₂ H ₂₆₋₄	成年体口视	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	
6	P ₂ H _{26-GM}	铸型	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	图版 I -6
7	P ₂ H _{26-G1}	背视	<i>Adelinella regularis</i> Yü	图版 I -1
8	P ₂ H _{26-G5}	顶视	<i>Hippeutis</i> cf. <i>minor</i> (Ping)	图版 II -4
9	P ₂ H _{26-G3}	席状埋藏群体	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	
10	P ₂ H ₂₆₋₅	壳体	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	图版 I -2、7
11	P ₂ H ₂₆₋₆	席状埋藏群体	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	图版 II -1
12	P ₂ H ₂₆₋₇	成年体背视	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	
13	P ₂ H ₂₆₋₈	成年体口视	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	
14	P ₂ H ₂₆₋₉	幼年体背视/成年体背视	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	
15	P ₂ H ₂₆₋₁₀	成年体背视	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	
16	P ₂ H ₂₆₋₁₂	背视	<i>Galla?</i> sp.	
17	P ₂ H ₂₆₋₁₃	口视	<i>Veletinopsis spiralis</i> Yü	
18	P ₂ H ₂₆₋₁₄	背视	<i>Adelinella regularis</i> Yü	
19	P ₂ H ₂₆₋₁₅	背视	<i>Adelinella regularis</i> Yü	
20	P ₂ H ₂₆₋₁₆	虫管	<i>Hippeutis?</i> sp.	
21	P ₂ H ₂₆₋₁₇	虫迹	<i>Radix?</i> sp.	
22	P ₆ H ₂₋₁	幼年体内模	<i>Radix zhadaensis</i> sp. nov.	
23	P ₆ H ₂₋₂	螺体	<i>Radix zhadaensis</i> sp. nov.	
24	P ₆ H ₂₋₃	成年体内模背视	<i>Radix zhadaensis</i> sp. nov.	
25	P ₆ H ₂₋₄	骨印模?		
26	P ₆ H ₂₋₅	骨印模?		
27	P ₆ H ₂₋₆	成年体外模	<i>Radix zhadaensis</i> sp. nov.	
28	P ₆ H ₂₋₇	成年体完整内模	<i>Radix zhadaensis</i> sp. nov.	
29	P ₆ H ₂₋₈	成年体完整内模	<i>Radix zhadaensis</i> sp. nov.	
30	P ₆ H ₂₋₉	骨片印模?		
31	P ₆ H ₂₋₁₀	外模	<i>Radix zhadaensis</i> sp. nov.	
32	P ₆ H ₂₋₁₁	骨片印模?		
33	P ₆ H ₂₋₁₂	内模	<i>Radix zhadaensis</i> sp. nov.	
34	P ₆ H ₂₋₁₃	内模	<i>Radix zhadaensis</i> sp. nov.	图版 II -7

在口缘可见多层壳质(图版 I -9、I -8、I -4、I -5、I -6、II-1、II-2、II-3)。

比较与讨论：当前标本从壳体形状、大小、壳饰特征与西藏札达盆地札达农场上新统发现的 *Veletinopsis spiralis* Yü(余汶, 1982)完全相同, 而且发现地属于同一盆地, 应属同一种。

产地层位：西藏札达盆地, 上新统古格组。

膀胱螺科(Physidae)

萝卜螺属(*Radix* Montfort, 1810)

札达萝卜螺(*Radix zandaensis* sp. nov.)

描述：壳体小, 4~8 mm, 螺塔低平、小, 壳质粗厚, 具 4 个螺环, 体环大, 末螺环极胀大, 几乎占壳体的整个高度。缝合线明显。壳口大, 外唇厚, 呈显著的弧形。壳体上见生长横纹, 口缘处见多层壳质(图版 I -7、I -2、I -3、II-7)。

比较与讨论：此新种的一般壳形特征与属型种 *Helix auricularia* Linne 相似, 它与 *Radix grabau*(Ping)(余汶等, 1963)相似, 但螺塔明显低于后者和壳体上见细密的生长横纹与其易于区别。

产地层位：西藏札达盆地, 上新统古格组。

扁卷螺科(Planorbidae)

圆扁卷螺属(*Hippeutis* Charpentier, 1837)

微小圆扁卷螺比较种(*Hippeutis* cf. *minor* (Ping))

描述: 壳体小, 平凹型。螺塔低平, 具3个螺环, 末螺环极为胀大, 螺环面圆且光滑, 整个壳顶呈平状(图版II-4)。螺塔顶没有保存。

比较与讨论: 当前标本保存一壳体末螺环, 螺塔顶缺失, 从壳体形状、大小来看, 它与内蒙古通古尔, 中新统通古尔组 *Hippeutis minatus* (Ping) 比较相似, 但其壳饰、生长纹等保存不完整。

产地层位: 西藏札达盆地, 上新统古格组。

3.3 腹足类化石组合的地层时代

札达盆地腹足类化石产于上新统古格组(N_2^2g)第四岩性段中的灰、灰黄色粉砂岩、泥岩中, 主要是一些繁盛于古近纪-新近纪的椎实螺(*Lymnaea*)、膀胱螺(*Physa*)、萝卜螺(*Radix*)、小圆扁螺(*Hippeutis*)等。组合分子大多数从特征上看可以同上新世、晚

上新世的东欧或亚洲的种类对比, 如 *Radix zandaensis* sp. nov. 相似于贝加尔湖上新世的 *Radix teilhardi* var. *minima* Martinson (Fuch, 1877), *Adelinella regularis* Yü 近似于希腊新近纪的 *Adelinella bicarinata* Fuchs, 而 *Adelinella* 属主要分布于黑海、黑海地区晚上新世的莱万丁期(Lveantian)地层中。据上述资料认为札达盆地腹足类组合时代应属上新世中晚期。

札达盆地古格组腹足类化石层之下的托林组地层中产额鼻角犀亚科(Dicerorhininae)第三趾骨化石(孟宪刚等, 2004), 该化石层的古地磁极性序列可和古地磁年表中的第6极性时上部、第5极性时及吉尔伯特时相对比(图4), 因此可确定其时代约为6.15 Ma B.P. ~ 3.4 Ma B.P.。在聂聂雄拉以南的达涕古湖盆的达涕组(N_2d)下部的化石层(75 ~ 59 层)中产小隐螺、斯塔扎螺及隆起土星介、疑湖浪介, 该处

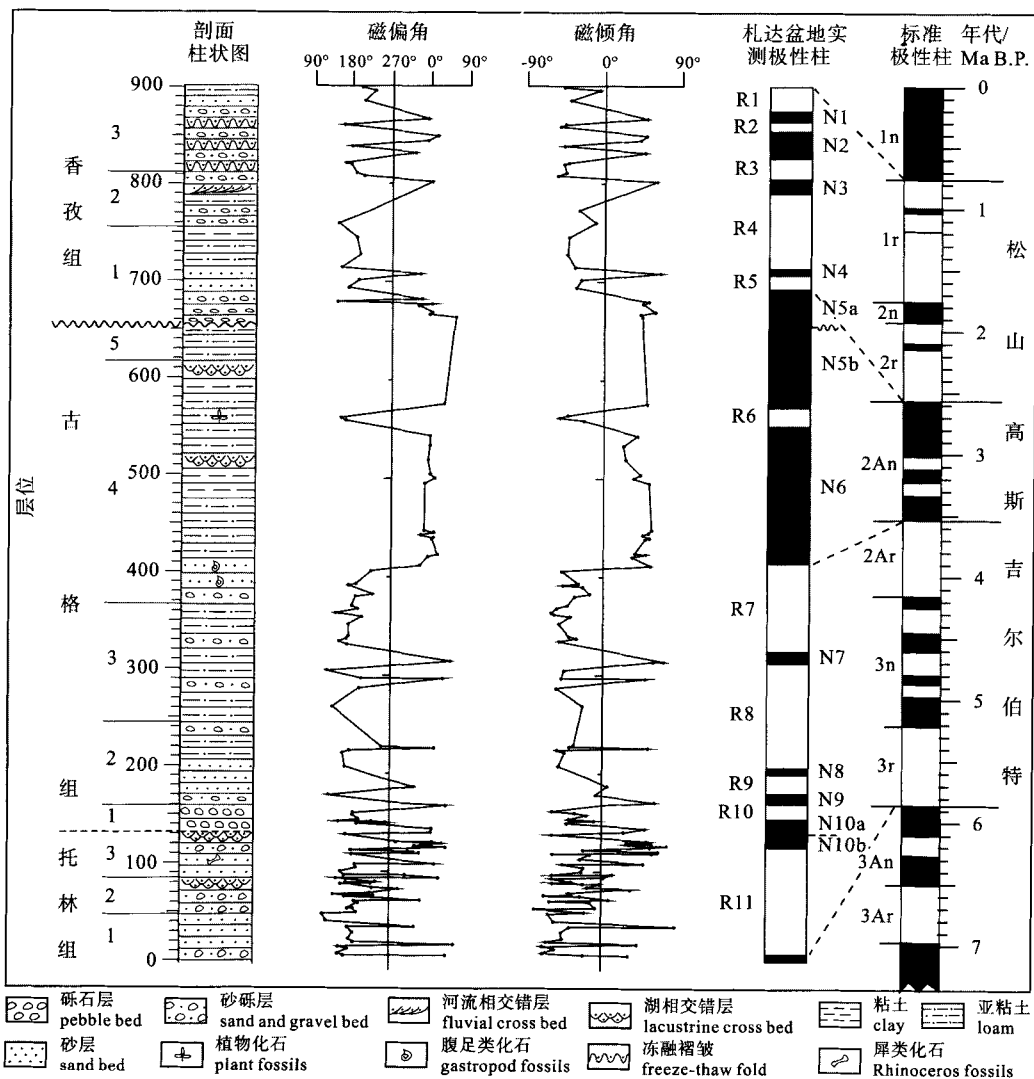


图4 札达盆地古格组地层中腹足类化石层位及其古地磁年代(据 Meng et al., 2008 修改)

Fig. 4 Horizon of gastropod fossils in Gugu Formation of Zanda Basin and its paleomagnetic age (modified after Meng et al., 2008)

腹足类化石与札达盆地腹足类化石相似, 表明小隐螺-似天鹅绒螺组合并非局限于札达盆地。根据这些腹足类化石在西藏西南部的分布特征, 认为它们是分布于北喜马拉雅山山间断陷盆地的一个腹足类组合, 这与人(黄赐璇等, 1980)认为是分布于北喜马拉雅山山间断陷盆地的一个生物带相类似。这一化石层之上有下更新世珠蚌(杜氏珠蚌 *Unio douglasiae* Griffith et Pidgeon, 河北珠蚌 *Unio tschiliensis* Sturany)化石层(75 ~ 55 层, 75 ~ 56 层)。札达盆地与达涕盆地同属藏南谷地晚新生代盆地, 均是因为喜马拉雅山隆起而形成的山间断陷盆地, 其盆地形成和演化有相似之处, 将这两个盆地的生物地层联系起来, 可以认为札达组的腹足类化石层介于犀类化石与杜氏珠蚌-河北珠蚌层之间, 结合古地磁测年结果(Meng et al., 2008), 可以确定其时代处于晚上新世-早更新世之间。

4 札达盆地腹足类群的生态环境

古格组腹足类群是由椎实螺类、膀胱螺类和扁卷螺类组成的肺螺群体。其中包括现生属萝卜螺(*Radix*)、圆扁卷螺(*Hippeutis*)及近于现生属椎实螺(*Lymnaea*)的小隐螺(*Adelinella*)、似天鹅绒螺(*Velutinopsi*)的种类。这些现生腹足类属类的生活在浅湖、滨湖及溪流环境中, 在湖泊中分布较狭, 仅分

布在湖泊几米至几十米内, 少数见于稍深湖(贝加尔湖 350 m)中(张玺等, 1975)。古格组腹足类产于两个化石层(编号为 P_2H_{26} 和 P_6H_2)中, P_6H_2 层仅见一种即 *Radix zandaensis* sp. nov., 其共生的生物遗体、遗迹很少, 而且壳体多成碎片埋藏。 P_2H_{26} 层产多种肺螺类, 有保存完好的旋转似天鹅绒螺、规则小隐螺、圆扁螺等, 同时有丰富的介形虫、多种遗迹化石及少量植物叶片碎片。可见旋转似天鹅绒螺呈席状埋藏于一个层面、许多小个体(2 ~ 4 mm) 肺螺类顺层排列现象。由上述 P_2H_{26} 层及 P_6H_2 层肺螺类埋藏状况判断: P_2H_{26} 层是动荡的浅湖环境、 P_6H_2 层则是近岸静湖沉积。

古格组腹足类群由灭绝种组成, 我们难以从这个种群的生活习性判断它生存的古气候状况, 也不能根据相同属的现生种的适温度去判断它的古气候状况。例如, 不能只根据现生的静水椎实螺(*Lymnaea stagnalis*)的适温度 20℃就断定札达组腹足类群生活在温湿气候中。但是, 我们可以根据不同区域的同一种化石来对比其生存环境, 如萝卜螺广泛见于我国的南方亚热带地区, 还见于多煤层的邕宁组中(张玺等, 1975), 由此可能证明札达组腹足类群在湿热条件下生存。

对古格组腹足类化石层的古气候可以参照该地层中孢粉进行分析(图 5), 孢粉鉴定由中国地质科学

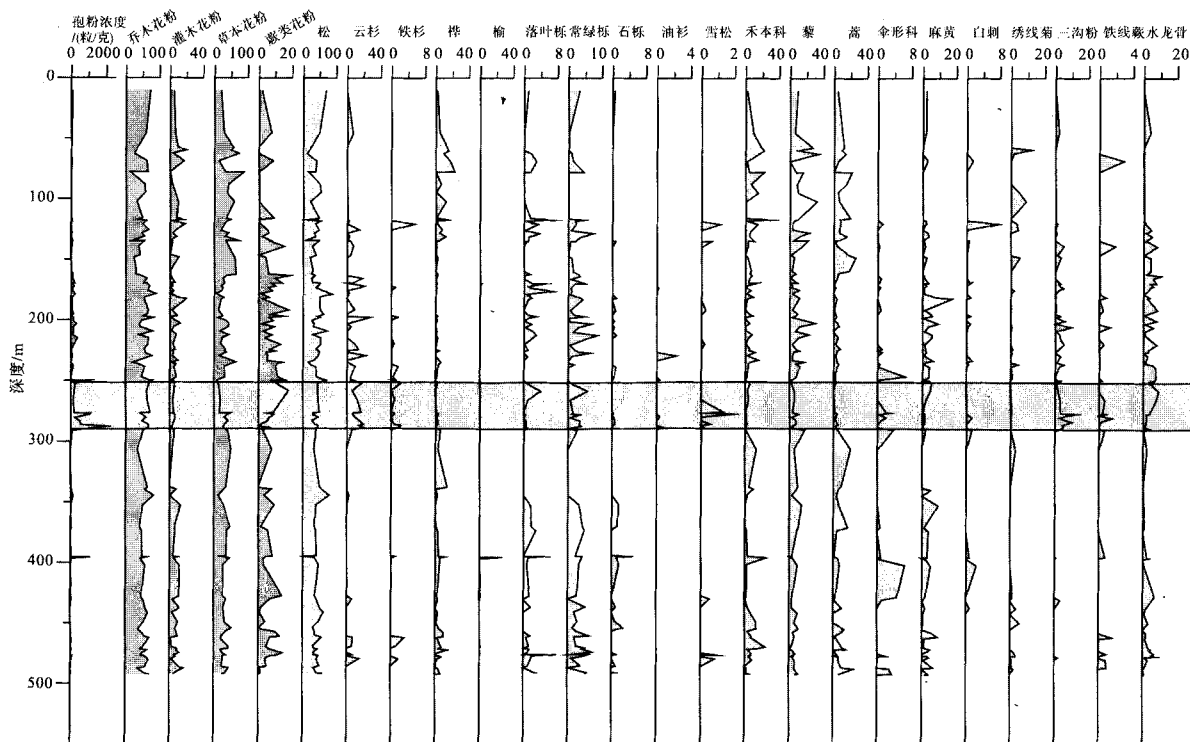


图 5 札达盆地上新统古格组常见孢粉类型的百分含量变化图式
Fig. 5 Spore-pollen percentage of the Guge Section

院水文地质环境地质研究所童国榜研究员完成。在腹足类化石层中采集了 8 个孢粉样品(剖面深度 276 ~ 290 m, 图中阴影部分), 该段孢粉浓度达 200 粒/克以上, 最高达 2000 粒/克, 为整个剖面孢粉浓度最大值区段。孢粉中以乔木植物花粉占优势, 一般含量大于 40%, 达剖面最高值, 孢粉组合以乔木花粉为主(43%~72%), 草本花粉次之(15%~18%)、蕨类孢子又次之(1%~9%), 灌木花粉最少(1%~5.6%)。腹足类化石层所在区段孢粉的特点是松(*Pinus*)、云杉(*Picea*)、水龙骨单缝孢子(*Polypodiaceasporites*)及三沟粉(*Tricolpopollenites*)经常大量出现, 同时胡桃(*Juglans*)、常绿栎(*Cyclobalanopsis*)等亚热带成分也大量出现, 代表干旱的蒿属(*Artemisia*)数量相对减少, 表明腹足类化石形成时该地为山地暖温带针阔叶混交林植被环境, 气候温暖潮湿。与该层可对比的达涕古湖盆的达涕组 79 ~ 59 层的孢粉组合特征是: 乔木花粉占优势, 其中雪松属占 70.9%, 也反映了温暖潮湿的亚热带山地环境(黄赐璇等, 1980)。该层下部的三趾马层孢粉组合以草本花粉为主(40%)、乔木花粉次之(16%)、灌木又次之(4%~7%), 为草原-森林植被(徐钰林, 1990; 李凤麟等, 1990), 反映三趾马生活在温暖而显干旱的灌丛草原(或草原-森林)环境。由此可知, 札达盆地由三趾马层(托林组)至腹足类化石层(古格组), 古气候经历了由温暖干旱向温暖潮湿的转变。

在古格组湖相沉积剖面内, 对沉积物粒度、磁化率和碳酸盐含量进行了分析测试, 整个剖面测试了 184 个样品, 全部样品在中国地质科学院地质力学研究所第四纪实验室完成。古格组剖面的中值粒径的变化范围在 5.9 ~ 31.9 μm 之间, 磁化率在 $(0.9 \sim 350.9) \times 10^{-6}$ SI 之间, 碳酸盐含量变幅在 0.08% ~ 58.4% 之间(图 6 阴影部分为腹足类化石所在层位)。腹足类化石所在层位有 8 个样品, 粒度中值粒径的变化范围在 5.9 ~ 14.4 μm 之间, 磁化率在 $(8.1 \sim 38.7) \times 10^{-6}$ SI 之间, 碳酸盐含量变幅在 10.8% ~ 42.2% 之间(表 4)。沉积物粒度的大小代表了沉积时期的水动力条件, 粒度增大代表水动力条件逐渐增强(陈敬安等, 1999); 碳酸盐含量的变化则受制于湖区的气候变化, 当蒸发量大于降水量, 湖水中的 Ca^{2+} 离子出现过饱和状态, 湖水咸化, 碳酸盐开始结晶沉淀, 沉积物中碳酸盐含量升高, 反之, 湖水淡化, 沉积物碳酸盐含量降低(卢演涛, 1981; 王建等, 1996)。沉积物粒度在腹足类化石所在层位总体表现为逐步上升, 期间出现 1 次粒度的低值, 磁化率呈现出显著

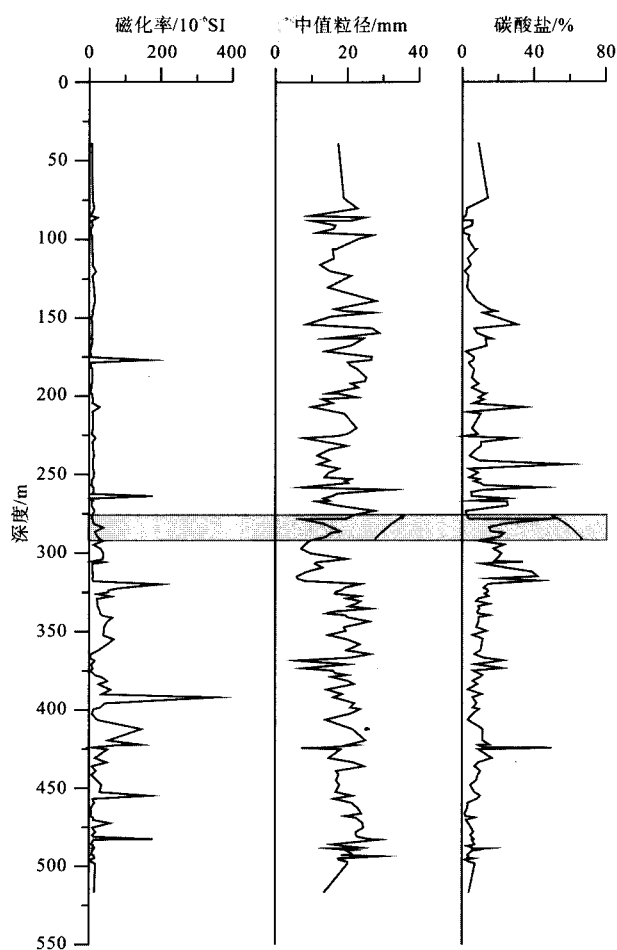


图 6 西藏札达盆地古格组湖相沉积物粒度、碳酸盐和磁化率分析结果

Fig. 6 Grain sizes, carbonate and susceptibility analyses of sediments in Guge Formation, Zanda Basin, Tibet

的低值区特征, 碳酸盐含量在该层位也表现为由高到低的趋势, 但在期间出现 1 次碳酸岩含量的高值, 该高值对应中值粒径的低值。这些特征说明该时期, 札达盆地入湖水量逐步增加, 水动力条件增强, 气候变的比较湿润, 但在总体湿润的背景下有 1 次干旱事件的发生。

5 有关结论与讨论

1) 札达盆地腹足类化石产于古格组第四岩性段的上部和下部的粉砂岩和泥岩中, 大部分化石见于下部层位。腹足类化石可鉴定出 *Adelinella regularis* Yü(小隐螺)、*Velutinopsis* Yü(似天鹅绒螺)、*Radix zandaensis* sp. nov.(札达萝卜螺)、*Hippeutis* sp.(圆扁卷螺) 4 种, 主要是由肺螺类的椎实螺类、膀胱螺类和扁卷螺类组成, 可称为小隐螺-似天鹅绒螺组合;

2) 札达盆地腹足类化石组合不仅仅局限于札达盆地, 而是分布于北喜马拉雅山间断陷盆地的一个

表 4 札达盆地古格组含腹足类化石层位样品的磁化率、碳酸盐和中值粒径分析结果表
Table 4 Grain-sizes, susceptibility analyses and carbonate of lacustrine sediments in horizon of gastropod fossils in Guge Formation of Zanda Basin, Tibet

样品编号	深度/m	磁化率/ 10^{-6} SI	碳酸钙/%	中值粒径/ μm
P2F25-3	276.75	7.3	18.07	14.40
P2F26	277.25	38.7	33.95	11.67
P2C26	278.25	9.1	10.80	10.94
P2C26-1	280.75	8.2	23.63	12.99
P2C26-2	283.50	9.0	39.34	8.62
P2C26-3	286.50	10.6	42.17	5.92
P2F26-1	287.75	8.1	17.24	6.18
P2C26-4	289.25	10.0	42.55	8.02

注: 样品由中国地质科学院地质力学研究所田国强、刘莉测试。

腹足类组合, 该化石层介于犀类化石与杜氏珠蚌-河北珠蚌层之间, 组合中的大多数分子可以同上新世、晚上新世的东欧或亚洲的种类对比, 结合古地磁测年结果, 认为札达盆地腹足类组合时代应处于晚上新世-早更新世之间。

3)札达盆地腹足类化石种属通过与其现生种属对比, 应生活于近岸的浅湖环境。结合化石层中孢粉样品的分析, 化石层形成时为温暖潮湿的森林-草原环境, 化石层下部的三趾马生活在温暖而显干旱的灌丛草原(或草原-森林)环境, 可知札达盆地由托林组至古格组, 古气候经历了由温暖干旱向温暖潮湿的转变。

致谢: 野外工作得到河南省地质勘查局区域地质调查队白朝军高级工程师、王丰收工程师、贾共祥工程师和中国地质科学院地质力学研究所孙立蓓研究员、马天林研究员的帮助, 腹足类化石鉴定由中国地质科学院地质研究所李子舜研究员完成, 成文过程也得到李子舜研究员的大力帮助, 在此表示由衷的感谢。

参考文献:

陈敬安, 万国江. 1999. 云南洱海沉积物粒度组成及其环境意义辨识[J]. 矿物学报, 19(2): 175-182.

韩建恩, 余佳, 孟庆伟, 吕荣平, 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 杨朝斌. 2009. 西藏札达盆地沉积物的石英砂表面特征及其环境意义[J]. 地球学报, 30(5): 651-658.

黄赐璇, 李炳元, 张青松, 梁玉莲, 王富葆. 1980. 西藏亚汝雄拉达涕古湖盆湖相沉积的时代和孢粉分析[M]//中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏古生物(1). 北京: 科学出版社: 97-106.

李凤麟, 历大亮. 1990. 札达盆地最晚中新世的三趾马化石[M]//

杨遵仪, 聂泽同. 西藏阿里古生物. 武汉: 中国地质大学出版社: 186-194.

李建国, 周勇. 2001a. 西藏西部札达盆地上新世孢粉植物群及古环境[J]. 微体古生物学报, 18(1): 89-96.

李建国, 周勇. 2001b. 西藏札达盆地晚上新世古植被型分析[J]. 古地理学报, 4(1): 52-59.

卢演传. 1981. 黄土地层中 CaCO_3 含量变化与更新世气候旋回[J]. 地质科学, (2): 122-131.

孟宪刚, 朱大岗, 邵兆刚, 杨朝斌, 孙立蓓, 王建平, 韩同林, 杜建军, 韩建恩, 余佳. 2004. 西藏阿里札达盆地上新统中犀类化石的发现及意义[J]. 地质通报, 23(5-6): 609-612.

钱方, 浦庆余, 吴锡浩. 1982. 念青唐古拉山东南麓第四纪冰川地质[C]//青藏高原地质文集(4)第四纪地质、冰川. 北京: 地质出版社: 34-50.

钱方. 1999. 青藏高原晚新生代磁性地层研究[J]. 地质力学学报, 5(4): 22-34.

邵兆刚, 孟宪刚, 朱大岗, 杨朝斌, 马天林, 韩建恩, 余佳, 孟庆伟. 2006. 西藏阿里札达盆地的“翘板式”形成机制[J]. 地质论评, 52(2): 215-218.

王建, 刘泽纯, 姜文英, 董龄祥, 朱明哲, 高丰. 1996. 磁化率与粒度、矿物的关系及其古环境意义[J]. 地理学报, 51(2): 155-163.

王维亮, 张进江, 张波. 2004. 西藏札达盆地构造与沉积特征[J]. 北京大学学报(自然科学版), 40(6): 872-878.

徐钰林. 1990. 札达盆地三趾马层孢粉组合[M]//杨遵仪, 聂泽同. 西藏阿里古生物. 武汉: 中国地质大学出版社: 194-196.

余汶, 王惠基, 李子舜. 1963. 中国的腹足类化石[M]. 北京: 科学出版社.

余汶. 1982. 西藏的一些腹足类化石[C]//中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏古生物(4). 北京: 科学出版社: 235-277.

- 张青松, 王富葆, 计宏祥, 黄万波. 1981. 西藏札达盆地的上新世地层[J]. 地层学杂志, 5(2): 11-15.
- 张玺, 齐钟彦. 1975. 我国的贝类[M]. 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[M]. 北京: 科学出版社: 15-40.
- 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 杨朝斌, 韩建恩, 余佳, 孟庆伟, 吕荣平. 2005. 西藏阿里札达盆地上新世—早更新世河湖相地层的重新厘定与划分[J]. 地质通报, 24(12): 1111-1120.
- 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 杨朝斌, 孙立蓓, 王建平, 韩同林, 韩建恩, 杜建军, 余佳, 孟庆伟. 2004b. 西藏阿里札达盆地上新世—早更新世沉积相及其构造演化特征[J]. 地质力学学报, 10(3): 245-252.
- 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 杨朝斌, 孙立蓓, 王建平, 韩同林, 韩建恩, 杜建军, 余佳. 2004a. 西藏阿里札达盆地上新世—早更新世河湖相沉积中两个不整合面的发现及意义[J]. 地质通报, 23(5-6): 605-608.
- 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 杨朝斌, 王津, 韩建恩, 余佳, 孟庆伟, 吕荣平. 2008. 西藏札达盆地上新统—早更新统河湖相地层多重地层划分与对比[J]. 地球学报, 29(2): 137-144.
- ontology of Ali, Xizang. Wuhan: China University of Geosciences Press: 186-193(in Chinese).
- LI Jian-guo, ZHOU Yong. 2001a. Pliocene palynoflora from the Zanda Basin, West Xizang(Tibet), and the palaeoenvironment[J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 18(1): 89-96(in Chinese with English abstract).
- LI Jian-guo, ZHOU Yong. 2001b. Palaeovegetation type analysis of the Late Pliocene in Zanda Basin of Tibet[J]. Journal of Palaeogeography, 4(1): 52-59(in Chinese with English abstract).
- LU Yan-chou. 1981. Pleistocene Climatic Cycles and Variation of CaCO_3 Contents in a Loess Profile[J]. Chinese Journal of Geology, (2): 122-131(in Chinese with English abstract).
- MENG Xian-gang, ZHU Da-gang, SHAO Zhao-gang, YANG Chao-bin, HAN Jian-en, YU Jia, MENG Qing-wei, LU Rong-ping. 2008. Late Cenozoic Stratigraphy and Paleomagnetic Chronology of the Zanda Basin, Tibet, and Records of the Uplift of the Qinghai-Tibet Plateau[J]. Acta Geologica Sinica(English Edition), 82(1): 63-72.
- MENG Xian-gang, ZHU Da-gang, SHAO Zhao-gang, YANG Chao-bin, SUN Li-qian, WANG Jian-ping, HAN Tong-lin, DU Jian-jun, HAN Jian-en, YU Jia. 2004. Discovery of Rhinoceros fossils in the Pliocene in the Zanda basin, Ngari, Tibet[J]. Geological Bulletin of China, 23(5-6): 609-612(in Chinese with English abstract).
- QIAN Fang, PU Qing-yu, WU Xi-hao. 1982. Quaternary glaciology at the southeastern foot of the Nyainqêntanglha Range[C]//Contributions to the Geology of the Qinghai-Xizang(Tibet) Plateau, (4). Beijing: Geological Publishing House: 34-50(in Chinese).
- QIAN Fang. 1999. Study on magnetostratigraphy in Qinghai-Tibetan Plateau in late Cenozoic[J]. Journal of Geomechanics, 5(4): 22-34(in Chinese).
- Scientific Expedition Team of Qinghai-Tibetan Plateau, Chinese Academy of Sciences (LI Bin-yuan, WANG Fu-bao, ZHANG Qing-song). 1983. Quaternary Geology of Tibet[M]. Beijing: Science Press: 15-40(in Chinese).
- SHAO Zhao-gang, MENG Xian-gang, ZHU Da-gang, YANG Chao-bin, MA Tian-lin, HAN Jian-en, YU Jia, MENG Qing-wei. 2006. Formation Mechanism of Seesaw Type in Zanda Basin, Ngari, Xizang(Tibet)[J]. Geological Review, 52(2): 215-218(in Chinese with English abstract).
- WANG Jian, LIU Ze-chun, JIANG Wen-ying, DONG Ling-xiang, ZHU Ming-zhe, GAO Feng. 1996. A Relationship between

References:

- CHEN Jing-an, WAN Guo-jiang. 1999. Sediment particle size distribution and its environmental significance in Lake Erhai, Yunnan Province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 18(4): 314-320(in Chinese with English abstract).
- FUCH T. 1877. Diedjüngerer Tertiärbildungen Griechlands[J]. Denkschriften k. Akad. Wissenschaften Wien. Mathem.-Naturwiss., 37(S2): 1-42.
- HAN Jian-en, YU Jia, MENG Qing-wei, LU Rong-ping, ZHU Da-gang, MENG Xian-gang, SHAO Zhao-gang, YANG Chao-bin. 2009. Quartz grain Surface Characteristics of Sediments from the Zanda Basin of Tibet and Their Environmental Significance[J]. Acta Geoscientica Sinica, 30(5): 651-658(in Chinese with English abstract).
- HUANG Ci-xuan, LI Bing-yuan, ZHANG Qing-song, LIANG Yu-lian, WANG Fu-bao. 1980. An analysis of the pollen-spores assemblages and the age of the stratum from Dati palaeo-lake basin at nainnainxuoanla, south Xizang[M]. Scientific Expedition Team of Qinghai-Tibetan Plateau, Chinese Academy of Sinica, Palaeontology of Xizang (Book 1). Beijing: Science Press: 97-106(in Chinese).
- LI Feng-lin, LI Da-liang. 1990. Hippario fossils in Zanda basin during latest Miocene[M]//Yang Zun-yi, Nie Ze-tong. Palae-

- Susceptibility and grain-size and minerals, and their Palaeo-environmental Implications[J]. *Acta Geographica Sinica*, 51(2): 155-163(in Chinese with English abstract).
- WANG Wei-liang, ZHANG Jin-jiang, ZHANG Bo. 2004. Structural and Sedimentary Features in Zanda Basin of Tibet[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinesis*, 40(6): 872-878(in Chinese with English abstract).
- XU Yu-lin. 1990. the pollen-spores assemblages of Hippario fossils layer in Zanda basin[M]//YANG Zun-yi, NIE Ze-tong. *Palaeontology of Ali, Xizang*. Wuhan: China University of Geosciences Press: 194-196(in Chinese).
- YU Wen, WANG Hui-ji, LI Zi-shun. 1963. *Gastropod fossils of China*[M]. Beijing: Science Press(in Chinese).
- YU Wen. 1982. Some fossil gastropods from Xizang[C]//Scientific Expedition Team of Qinghai-Tibetan Plateau. *Chinese Academy of Sciencer, Palaeontology of Xizang* (4). Beijing: Science Press: 235-277(in Chinese).
- ZHANG Qing-song, WANG Fu-bao, JI Hong-xiang, HUANG Wan-bo. 1981. Pliocene strata of Zhada basin, Tibet[J]. *Journal of Stratigraphy*, 5(2): 11-15(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Xi, QI Zhong-yan. 1975. *Chinese shellfish*[M]. Beijing: Science Press(in Chinese).
- ZHU Da-gang, MENG Xian-gang, SHAO Zhao-gang, YANG Chao-bin, HAN Jian-en, YU Jia, Meng Qing-wei, LU Rong-ping. 2005. Redefinition and redivision of the Pliocene-early Pleistocene lacustrine strata in Zanda basin, Ngari, Tibet, China[J]. *Regional Geology of China*, 24(12): 1111-1120(in Chinese with English abstract).
- ZHU Da-gang, MENG Xian-gang, SHAO Zhao-gang, YANG Chao-bin, SUN Li-qian, WANG Jian-ping, HAN Tong-lin, HAN Jian-en, DU Jian-jun, YU Jia. 2004a. Discovery of two unconformities in Pliocene-early Pleistocene fluvio-lacustrine deposits in the Zanda basin, Ngari, Tibet[J]. *Geological Bulletin of China*, 23(5-6): 605-608(in Chinese with English abstract).
- ZHU Da-gang, MENG Xian-gang, SHAO Zhao-gang, YANG Chao-bin, SUN Li-qian, WANG Jian-ping, HAN Tong-lin, HAN Jian-en, DU Jian-jun, YU Jia, Meng Qing-wei. 2004b. Features of Pliocene-lower Pleistocene sedimentary facies and tectonic evolution in the Zanda basin, Ngari area, Tibet[J]. *Journal of Geomechanics*, 10(3): 245-252(in Chinese with English abstract).
- ZHU Da-gang, MENG Xian-gang, SHAO Zhao-gang, YANG Chao-bin, WANG Jin, HAN Jian-en, YU Jia, MENG Qing-wei, LU Rong-ping. 2008. Division and Correlation of Pliocene and Early Pleistocene Fluvio-lacustrine Strata in the Zhada Basin, Tibet, China[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 29(2): 137-144(in Chinese with English abstract).

图版说明

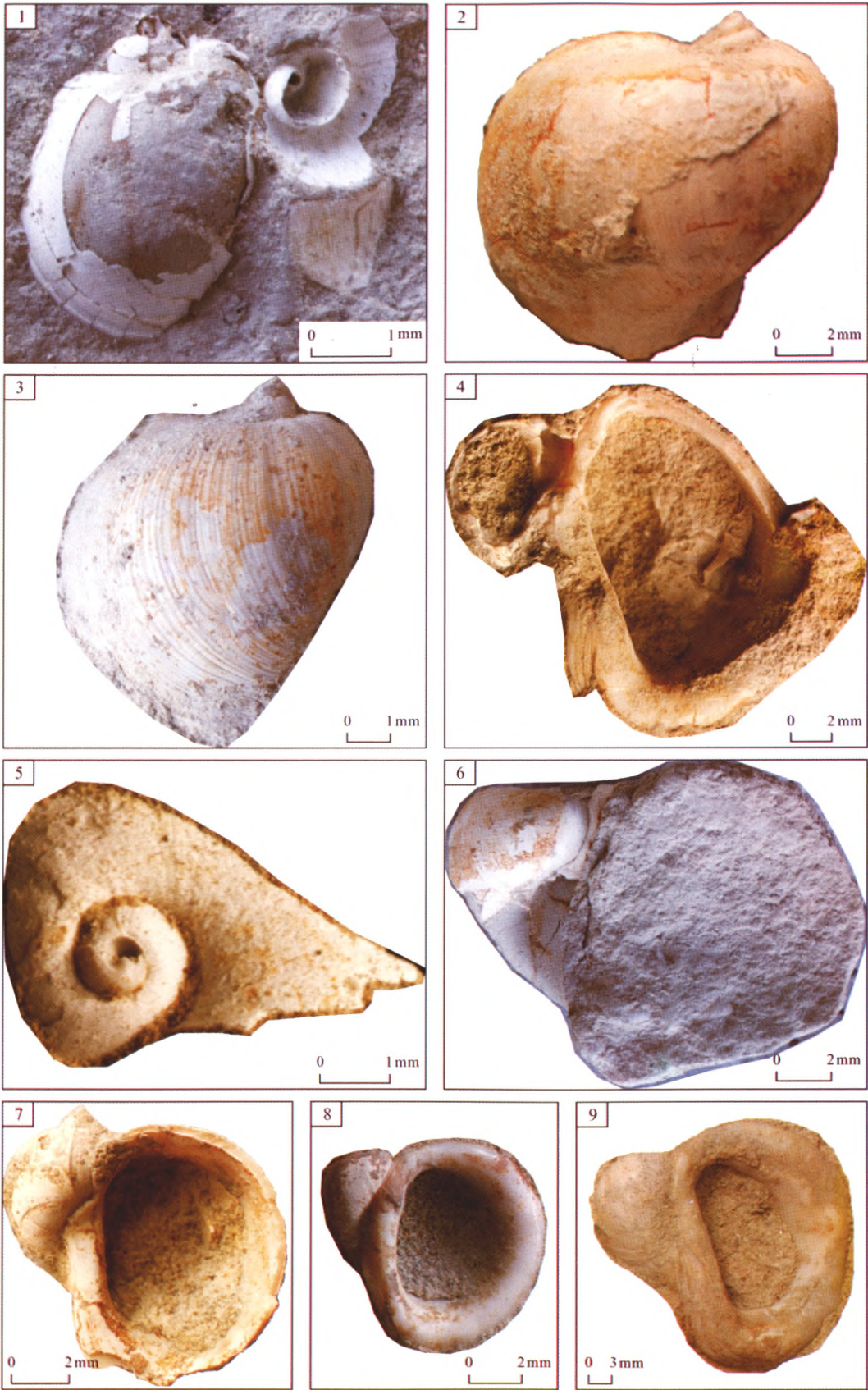
图版 I Plate I

- 1-规则小隐螺 *Adelinella regularis* Yü, 背视, ×10, 采集号 P₂H_{26-G1};
 - 2-札达萝卜螺 *Radix zandaensis* sp. nov., 背视, ×4.5, 采集号 P₂H₂₆₋₅;
 - 3-札达萝卜螺 *Radix zandaensis* sp. nov., 背视, ×7, 采集号 P₂H₂₆₋₆;
 - 4-旋纹似天鹅绒螺 *Veletinopsis spiralis* Yü, 口视, ×3.2, 采集号 P₂H₂₆₋₁;
 - 5-旋纹似天鹅绒螺 *Veletinopsis spiralis* Yü, 顶视, ×11. 采集号 P₂H₂₆₋₂;
 - 6-旋纹似天鹅绒螺 *Veletinopsis spiralis* Yü, 成年体铸形, ×4.4, 采集号 P₂H_{26-GM};
 - 7-札达萝卜螺 *Radix zandaensis* sp. nov., 口视, ×4.5, 采集号 P₂H₂₆₋₅;
 - 8-旋纹似天鹅绒螺 *Veletinopsis spiralis* Yü, 口视, ×1.65, 采集号 P₂H₂₆₋₁;
 - 9-旋纹似天鹅绒螺 *Veletinopsis spiralis* Yü, 口视, ×3.2, 采集号 P₂H₂₆₋₂₂
- 1-*Adelinella regularis* Yü, back view, ×10, Collection No. P₂H_{26-G1};
 - 2-*Radix zandaensis* sp. nov., back view, ×4.5, Collection No. P₂H₂₆₋₅;
 - 3-*Radix zandaensis* sp. nov., back view, ×7, Collection No. P₂H₂₆₋₆;
 - 4-*Veletinopsis spiralis* Yü, mouth view, ×3.2, Collection No. P₂H₂₆₋₁;
 - 5-*Veletinopsis spiralis* Yü, top view, ×11, Collection No. P₂H₂₆₋₂;
 - 6-*Veletinopsis spiralis* Yü, adult body casting form, ×4.4, Collection No. P₂H_{26-GM};
 - 7-*Radix zandaensis* sp. nov., mouth view, ×4.5, Collection No. P₂H₂₆₋₅;
 - 8-*Veletinopsis spiralis* Yü, mouth view, ×1.65, Collection No. P₂H₂₆₋₁;
 - 9-*Veletinopsis spiralis* Yü, mouth view, ×3.2, Collection No. P₂H₂₆₋₂₂

图版 II Plate II

- 1-旋纹似天鹅绒螺 *Veletinopsis spiralis* Yü, 席状壳层, 多为口视, 约为原大之 2/3, $\times 1.65$, 采集号 P₂H₂₆₋₂₂;
- 2-旋纹似天鹅绒螺 *Veletinopsis spiralis* Yü, 成年体口视, $\times 3.2$, 采集号 P₂H₂₆₋₂₂;
- 3-旋纹似天鹅绒螺 *Veletinopsis spiralis* Yü, 成年体背视, $\times 2.4$, 采集号 P₂H₂₆₋₂;
- 4-圆扁卷螺 *Hippeutis* sp. 顶视, $\times 22$, 采集号 P₂H₂₆₋₆;
- 5-土蜗? *Galba*? sp. 不完整的体螺环口视, $\times 20$, 采集号 P₂H₂₆₋₃;
- 6-土蜗 *Galba* sp. 体螺环内模, 背视, $\times 18$, 采集号 P₆H₂₋₃;
- 7-札达萝卜螺 *Radix zandaensis* sp. nov. 成年体内模背视, $\times 4$, 采集号 P₆H₂₋₁₃;
- 8-土蜗 *Galba* sp. 内模, 背视, $\times 18$, 采集号 P₆H₂₋₁;
- 9-土蜗 *Galba* sp. 内模, 背视, $\times 18$, 采集号 P₆H₂₋₁;
- 1-*Veletinopsis spiralis* Yü, sheetlike shell bed, almost mouth view, $\times 1.65$, Collection No. P₂H₂₆₋₂₂;
- 2-*Veletinopsis spiralis* Yü, adult body mouth view, $\times 3.2$, Collection No. P₂H₂₆₋₂₂;
- 3-*Veletinopsis spiralis* Yü, adult body back view, $\times 2.4$, Collection No. P₂H₂₆₋₂;
- 4-*Hippeutis* sp. top view, $\times 22$, Collection No. P₂H₂₆₋₆;
- 5-*Galba*? sp. mouth view of partial shell, $\times 20$, Collection No. P₂H₂₆₋₃;
- 6-*Galba* sp. internal mold of shell, back view, $\times 18$, Collection No. P₆H₂₋₃;
- 7-*Radix zandaensis* sp. nov. back view of adult body internal mold, $\times 4$, Collection No. P₆H₂₋₁₃;
- 8-*Galba* sp. internal mold, back view, $\times 18$, Collection No. P₆H₂₋₁;
- 9-*Galba* sp. internal mold, back view, $\times 18$, Collection No. P₆H₂₋₁;

图版 I Plate I



图版 II Plate II

