

# 西藏札达盆地古格剖面孢粉记录及其反映的古环境信息

余 佳<sup>1</sup> 罗 鹏<sup>2</sup> 韩建恩<sup>1</sup> 孟庆伟<sup>1</sup> 吕荣平<sup>1</sup>  
孟宪刚<sup>1</sup> 朱大岗<sup>1</sup> 邵兆刚<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081; 2. 长安大学资源学院, 陕西 西安 710054)

**摘要:**通过对西藏札达盆地上新世古格剖面的孢粉分析, 上新世古格组地层沉积物记录了 4.40~2.74 Ma 时期该地区的植被与环境演化过程。4.40~3.75 Ma 时期, 气候温凉而干旱, 呈现出暖温带针阔叶混交疏林植被景观; 3.75~3.47 Ma 时期, 属于山地暖温带针阔叶混交林, 气候由温凉干旱向温暖湿润过渡; 3.47~3.20 Ma 时期, 植被发育, 属于针阔叶混交林, 气候以温暖湿润为主; 3.20~2.96 Ma 时期, 植被以山地暖温带针阔叶混交林与山地寒温带针叶林交替变化为特征, 气候开始向干冷方向发展; 2.96~2.74 Ma 时期, 属山地寒温带暗针叶林特征, 气候持续干冷。

**关键词:**西藏; 札达盆地; 古格组剖面; 孢粉分析; 古环境信息

**中图分类号:** P914; P532      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2007)01-0055-06

札达盆地地处西藏西部阿里地区象泉河流域, 介于喜马拉雅山与阿伊拉日居山之间, 为一晚新生代断陷盆地(图 1)。盆地范围较大, 长轴 240 km 左右, 南北宽 37~55 km, 海拔为 4 000~4 500 m。朱大岗等<sup>[1]</sup>将该套上新世一早更新世河湖相地层自下而上划分为新近系上新统托林组、古格组和第四系下更新统香孜组。上新统集中分布于札达盆地中心部位。盆地中沉积的河湖相地层分布面积约 5 600 km<sup>2</sup>。古格组以粉细砂岩、泥质砂岩和泥岩为主, 总体为湖相沉积。

对于该套地层前人先后做了不同程度的研究<sup>[2-3]</sup>, 2003 年, 在西藏阿里札达盆地进行野外调查时, 在古格剖面采集到了大量的孢粉样品。笔者根据该剖面的孢粉鉴定资料, 来探讨札达盆地上新世中晚期的气候环境特征与演化过程。

## 1 剖面描述

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。剖面起点座标: N31°28'11", E79°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 1~30 层: 上覆: 下更新统香孜组(Qp<sup>1-x</sup>)

- |  |        |
|--|--------|
| 1. 砾岩  | 14.2 m |
| ~~~~角度不整合~~~~  |        |
| 古格组(N <sub>3</sub> <sup>g</sup> )                          |        |
| 2. 砾岩与泥质粉砂岩互层  | 38.2 m |
| 3. 灰黄色泥质粉砂岩与灰色中粗粒长石石英杂砂岩互层。产植物化石: 禾草 <i>Graminites</i> sp. | 55.3 m |
| 4. 灰黄色含粉砂质粘土岩  | 10.7 m |
| 5. 灰色砾岩  | 1.3 m  |
| 6. 灰黄色细粒钙质岩屑长石砂岩   | 9 m    |
| 7. 桔黄色粉砂质泥岩  | 26.5 m |
| 8. 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 m |
| 9. 灰色泥质粉砂岩   | 5 m    |
| 10. 灰红色含生屑砂质粘土岩  | 21.2 m |
| 11. 灰色含砾中粗粒长石石英杂砂岩   | 6 m    |
| 12. 灰黄色细砂岩夹灰红色粘土岩  | 40.5 m |
| 13. 灰红色泥质粉砂岩与灰黄色中细粒长石石英杂砂岩互层                               | 39 m   |
| 14. 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 m    |

收稿日期: 2006-08-07; 改回日期: 2006-10-08

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目(200313000066)和国家自然科学基金项目(40572134)资助。

作者简介: 余佳, 女, 1979 年生, 硕士生, 主要从事第四纪地质和环境研究; E-mail: yujia\_1018@sohu.com。

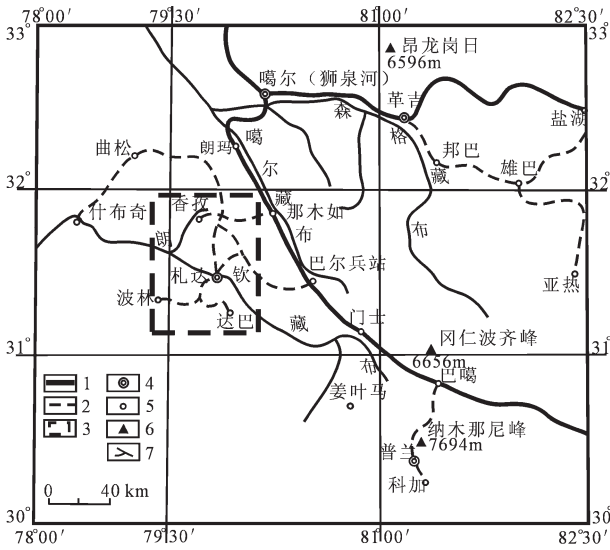


图1 研究区位置略图

1—国道;2—公路;3—研究区位置;4—县城;5—乡村;  
6—山峰;7—水系

Fig.1 Location map of the study area.

1—National highway;2—Highway;3—Study area;4—County seat;  
5—Township and village;6—Mountain peak;7—Drainage system

表1 西藏阿里札达盆地古格剖面 ESR 样品测年数据

Table 1 ESR dating results of Guge section in the Zhada basin, Ali, Tibet

样品编号	深度/m	样品成分	测试矿物	年龄/Ma
P2E2	10	砾岩与泥质粉砂岩	石英	2.74
P2E3	40	泥质粉砂岩	石英	2.83
P2E3-1	49.5	泥质粉砂岩	石英	2.87
P2E4	51.75	泥质粉砂岩	石英	2.93
P2E7	82.75	长石石英杂砂岩	石英	2.95
P2E12	106.75	泥质粉砂岩	石英	3.00
P2E13	134.75	粉砂质泥岩	石英	3.13
P2E16	166	粉砂质泥岩	石英	3.21
P2E20	212.5	泥质粉砂岩	石英	3.25
P2E23	247.25	泥质粉砂岩	石英	3.30
P2E25	274.25	细砂岩	石英	3.38
P2E27	300	含砾粗砂岩	石英	3.50
P2E27-1	326.25	粗砂岩	石英	3.60
P2E29	351.5	泥质粉砂岩	石英	3.79
P2E32	396.25	含砾粗砂岩	石英	3.93
P2E34	413	含砾粗砂岩	石英	3.97
P2E35	443.75	粗砂岩	石英	4.12
P1E37	454	粉砂质泥岩	石英	4.13
P1E32	475	中细粒岩屑砂岩	石英	4.25
P1E28	498.5	巨厚层砾岩	石英	4.30
P1E26	528.5	含砾粗砂岩	石英	4.40

注:由成都理工大学 ESR 实验室梁兴中教授测定。

15. 深灰色含砂质生屑钙质粘土岩。产丰富的腹足类;似天鹅螺、小隐螺、圆扁卷螺、萝卜螺等 13 m
16. 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 m
17. 深灰色粉砂质泥岩夹灰黄色中细粒长石石英杂砂岩 6.5 m
18. 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 m
19. 深灰色粉砂质泥岩 1.3 m
20. 灰红色泥质粉砂岩 3.7 m
21. 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 m
22. 深灰色粉砂质泥岩与灰红色泥质粉砂岩互层 5.5 m
23. 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 m
24. 深灰色粉砂质泥岩与灰黄色泥质粉砂岩互层 24 m
25. 灰黄色砂质泥岩 8.9 m
26. 青灰色细粒岩屑砂岩与灰黄色泥质粉砂岩互层 7.5 m
27. 青灰色砂质粘土岩 3 m
28. 灰黄色粘土质粉砂岩 8.5 m
29. 灰黑色中粗粒岩屑砂岩 16.5 m
30. 杂色巨厚层砾岩 28 m

—————平行不整合—————

下伏:上新统托林组( $N_1^t$ )

古格组的地质时代确定是依据在剖面上采集到的 21 个 ESR 样品测年结果(表 1)。

## 2 孢粉分析结果

在古格组剖面上共采集到 101 个孢粉分析样品,孢粉鉴定由中国地质科学院水文地质环境地质研究所童国榜研究员完成,共鉴定到 16948 粒孢粉,平均每样 167.8 粒,孢粉平均浓度为 151.8 粒/g,分属 180 个类型。本次鉴定对第四纪孢粉采取常用自然属命名,对新近纪形态属的分子依其植物亲缘关系归入相应的自然属中。个别无明显亲缘关系的分子,暂列入每类植物孢粉名称的后部。按现生植物形态,将花粉分为乔木植物花粉、灌木植物花粉、草本植物花粉及蕨类植物孢子四大类。孢粉组合中总体以乔木植物花粉含量为主,鉴定出 9680 粒,平均含量为 57.12%;其次为草本植物花粉 5241 粒,平均含量为 30.92%;灌木植物花粉 775 粒,平均含量为 4.57%;蕨类植物孢子 1252 粒,平均含量为 7.39%。主要孢粉类型分别为乔木植物花粉:松属(*Pinus*)、云杉属(*Picea*)、桦属(*Betula*)、榆属(*Ulmus*)、栎属(*Quercus*),还有少量的暖性针叶树:油杉属(*Keteleeria*)、雪松属(*Cedrus*)、罗汉松属(*Podocarpus*)等。草本植物花粉:藜科(*Chenopodiaceae*)、蒿属(*Artemisia*)、禾本科(*Gramineae*)、菊科(*Compositae*)、伞形科(*Umbelliferae*)等,其次还有少量古近纪—新近纪形态属分

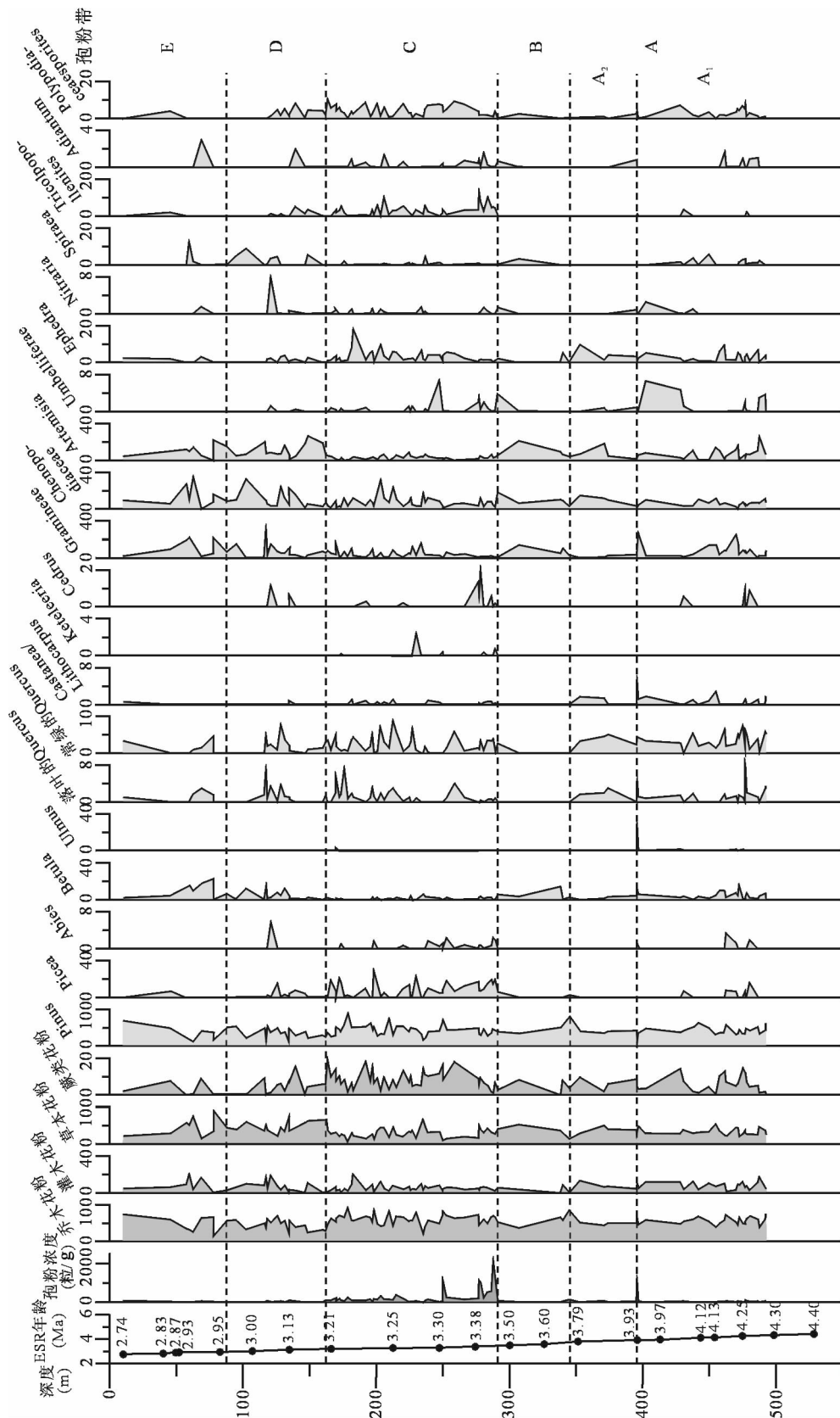


图 2 古格剖面孢粉百分比图示

Fig.2 Sporopollen percentage of the Guge section

子;三沟粉属(*Tricolpollenites*)、扁三沟粉属(*Tricolpites*)、网面三孔沟粉属(*Retitricolporites*)等。灌木植物花粉:麻黄属(*Ephedra*)、白刺属(*Nitraria*)、绣线菊属(*Spiraea*)、水柏枝属(*Myricaria*)等。蕨类植物孢子:水龙骨属(*Polypodium*)、凤尾蕨属(*Pteris*)、铁线蕨属(*Adiantum*)、鳞盖蕨属(*Microlepia*)等,其次还有形态属分子水龙骨单缝孢属(*Polypodiaceasporites*)等。

依据札达剖面几种典型孢粉类型图示(图2),初步将其划分为5个大的孢粉带,从下至上分别为:

A孢粉带(4.40~3.75 Ma),样品采自上新统古格组中下部,第30~17层。本带孢粉较丰富,共鉴定出孢粉3204粒,其中乔木花粉1750粒,草本植物花粉1028粒,灌木花粉228粒,蕨类孢子198粒。浓度一般为10~50粒/g。组合中以乔木植物花粉占优势,含量为55%,主要为松属(*Pinus*),其次为桦属(*Betula*)、栎属(*Quercus*)、栗/石栎属(*Castanea/Lithocarpus*),个别时段出现少量云杉属(*Picea*)和冷杉属(*Abies*);草本植物花粉含量为32%,主要有禾本科(*Gramineae*)、藜科(*Chenopodiaceae*)(6.1%)、蒿属(*Artemisia*)(6.5%)和伞形科(*Umbelliferae*);灌木植物花粉与蕨类孢子含量相近,分别为7%和6%。小灌木麻黄属(*Ephedra*)、白刺属(*Nitraria*)等均有出现;蕨类孢子较少,主要有水龙骨单缝孢属(*Polypodiaceasporites*)和铁线蕨属(*Adiantum*)。在A<sub>1</sub>带,有少量的云杉属、冷杉属、榆属和雪松属(*Cedrus*)等,而在A<sub>2</sub>带完全消失。

B孢粉带(3.75~3.47 Ma),样品采自上新统古格组第16~15层。乔木植物花粉仍以松属占优势,而云杉属、冷杉属、栎属、栗/石栎属、雪松属在该段基本消失,桦属(4.8%)的含量有所增加;草本植物花粉中藜科平均含量4%,低于A带,蒿属含量由高向低变化。灌木植物花粉中麻黄属、白刺属含量明显减少,几乎消失,而绣线菊属含量增加。蕨类孢子含量比A带减少,主要为铁线蕨属和水龙骨单缝孢属。

C孢粉带(3.47~3.20 Ma),样品采自上新统古格层第14~9层。本带孢粉最丰富,浓度最高,为15~2075粒/g。共鉴定出孢粉10958粒,其中乔木花粉6577粒,草本植物花粉3051粒,灌木花粉410粒,蕨类孢子920粒。乔木植物花粉含量为60%,达整个剖面的最大值,云杉属和冷杉属的含量较前两带有明显的增高且波动性大,而桦属的含量明显减少(1.1%),栎属和栗/石栎属出现,且含量较高,油杉属和雪松属在个别时段也均有出现。草本植物花粉含量为28%,其中藜科平均含量7.6%,蒿属平均2.6%,较B带明显降低。麻黄属、白刺属有所增加。蕨类孢子含量较前有明显增加。

D孢粉带(3.20~2.96 Ma),样品采自上新统古格组第8~4层。共鉴定出孢粉1622粒,其中乔木花粉721粒,草本植物花粉727粒,灌木花粉76粒,蕨类孢子98粒。组合中以草本植物花粉为主,含量为45%,其次为乔木植物花粉,为44%,灌木植物花粉与蕨类孢子含量各占5%左右。浓度一般为8~80粒/g。在该带个别时段出现云杉属和冷杉属,且冷杉属达最大值(5.6%)。桦属的含量明显增加,榆属在此带消失。栎属和栗/石栎属较前带减少。油杉属消失,雪松属在个别时段偶

尔出现。草本植物花粉含量大于木本植物,且藜科(10.5%)高于蒿属(9.9%)花粉。另外麻黄属和白刺属也有少量出现。蕨类孢子减少。

E孢粉带(2.96~2.74 Ma),样品采自上新统古格组第3~2层。共鉴定出孢粉745粒,其中乔木花粉384粒,草本植物花粉299粒,灌木花粉48粒,蕨类孢子14粒。乔木植物花粉含量为52%,草本植物花粉含量为40%,灌木植物花粉与蕨类孢子含量分别为6%和2%。浓度为80粒/g。针叶树仍然以松属为主,也有少量云杉属出现,阔叶树桦属的含量明显增加(9.7%)。雪松属在该带消失。藜科(13.1%)较前带增大,且高于蒿属(9.8%)。麻黄属和白刺属少量出现。蕨类孢子减少。

### 3 古植被、古气候环境演化信息

古格剖面的孢粉组合特点反映了该区古植被和古气候环境具有如下的演变过程。

A孢粉带(4.40~3.75 Ma),该阶段孢粉较丰富,植被覆盖率较高。乔木植物花粉以松属占优势,在一定程度上表明气候凉爽、干燥。其次还出现少量的栎属、栗/石栎属,森林景观为针阔叶混交林。在下部亚带A<sub>1</sub>段,出现了少量喜温凉的榆属和喜冷的云杉属和冷杉属,但在A<sub>2</sub>带消失。在所出现的乔木植物花粉中,还有山地针阔叶混交林中最重要落叶阔叶树桦属,其花粉含量高于榆属,也表明气候偏冷凉。草本中早生的藜科、蒿属、伞形科较多,这些植物不仅耐干旱,还十分耐寒,指示气候偏凉。在下部亚带A<sub>1</sub>带,还有少量三沟粉属及水龙骨单缝孢属,云杉属和冷杉属花粉断续出现,但含量不高,偶见暖性针叶树种雪松属,气候以温凉为主。在A<sub>2</sub>带云杉属、冷杉属、榆属消失,指示气候有转暖的趋势。由以上分析可以推测,当时在该区生长着以松属为主,伴生少量桦属、榆属等的针阔叶混交林,呈现出暖温带针阔叶混交疏林植被景观。这些古植被特征表明该时段的气候温凉而干旱。

B孢粉带(3.75~3.47 Ma),乔木植物花粉仍以松属占优势,桦属有明显增加,体现气候偏冷凉。草本植物花粉中藜科平均含量降低,蒿属含量也由高向低变化,指示冬季风活动有所减弱,气候转暖,降雨量增加。蕨类孢子中喜暖的铁线蕨属到后期出现,表明当时气候开始时干凉,后来温度逐渐升高,湿度加大。据剖面中孢粉分析可推测,当时属于山地暖温带针阔叶混交林气候环境,气候由温凉干旱向温暖湿润过渡。

C孢粉带(3.47~3.20 Ma),该阶段孢粉数量和种类大量增加,表明气候适宜,植被发育。本阶段气候显示不稳定性、波动性大的特点。乔木植物花粉含量高,达整个剖面的最大值,栎属和栗/石栎属大量出现,为落叶阔叶混交林。桦属的含量明显减少,表明气候转暖。蒿属明显减少,指示夏季风活动有所增强,降雨量增加,气候温暖湿润。蕨类孢子含量较前有明显增加,表明温度较前温暖,湿度也有所增加。云杉属和冷杉属的含量较前两带有明显的增高,且高频波动,麻黄属和白刺属也相对有所增加,说明该阶段气候不稳定,呈现出高频率的干冷暖湿的交替变化。属于针阔叶混交林,气候以



温暖湿润为主。

D 孢粉带 (3.20~2.96 Ma), 该带木本植物花粉有所减少, 草本植物花粉有明显的增加。木本植物仍然以针叶树松属为主, 在个别时段出现了少量云杉属和冷杉属花粉, 且冷杉属达整个剖面的最大值, 表明在当时有明显的降温事件。桦属的含量增加, 而喜温凉的榆属在此带消失, 说明气候偏冷。喜暖的油杉属消失, 雪松属偶尔出现, 指示气候向寒冷转变。藜科高于蒿属花粉, 说明气候偏干, 冬季风对本区有一定的影响。麻黄属和白刺属少量出现, 蕨类孢子减少, 指示气候干冷。环境表现出山地暖温带针阔叶混交林与山地寒温带暗针叶林交替出现的特征, 气候开始向干冷方向发展。

E 孢粉带 (2.96~2.74 Ma), 针叶树仍然以松属为主, 也有少量喜冷湿的云杉属出现, 阔叶树桦属的含量明显增加 (9.7%), 表明气候偏冷凉。喜暖的雪松属在该带消失。藜科较前带增大, 且高于蒿属, 指示气候偏干。耐干旱的麻黄属和白刺属少量出现, 蕨类孢子减小, 说明温度降低, 湿度减少。气候持续向干冷方向发展, 呈山地寒温带暗针叶林气候特征。

## 4 结论

(1) 4.40~3.75 Ma 时期, 该阶段孢粉较丰富, 植被覆盖率较高。该区生长着以松属为主, 伴生少量桦属、榆属等的针阔叶混交林, 呈现出暖温带针阔叶混交疏林植被景观。这些古植被特征表明该时段的气候温凉而干旱。

(2) 3.75~3.47 Ma 时期, 桦属有明显增加, 藜科平均含量降低, 蒿属含量也由高向低变化, 属于山地暖温带针阔叶混交林气候环境, 气候由温凉干旱向温暖湿润过渡。

(3) 3.47~3.20 Ma 时期, 植被发育, 气候湿润。乔木花粉达剖面最大值, 桦属、蒿属的含量明显减少, 蕨类孢子含量较前有明显增加。麻黄属、白刺属相对有所增加, 云杉属和冷杉属的含量较前两带有明显的增高, 且波动性大。反映该时期气候不稳定, 呈现出较高频率的干冷暖湿的交替变化。属于针阔叶混交林, 气候以温暖湿润为主。

(4) 3.20~2.96 Ma 时期, 木本植物花粉有所减少, 草本植物花粉有明显的增加。桦属的含量增加, 而喜温凉的榆属消失, 喜暖的油杉属消失, 雪松属偶尔出现, 麻黄属和白刺属少量出现, 蕨类孢子减少。反映出山地暖温带针阔叶混交林与山地寒温带针叶林交替变化的气候特征, 气候开始向干冷方向发展。

(5) 2.96~2.74 Ma 时期, 有少量喜冷湿的云杉属出现, 桦属的含量明显增加, 雪松属在该带消失, 藜科较前带增大, 耐寒喜干的麻黄属和白刺属少量出现, 蕨类孢子减小。该时期植被覆盖率减少。属山地寒温带暗针叶林气候特征, 气候持续干冷。

## 参考文献(References):

[1] 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 等. 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, 2004, 10(3):

243-252.

Zhu Dagang, Meng Xiangang, Shao Zhaogang, et al. Features of Pliocene -lower Pleistocene sedimentary facies and tectonics evolution in the Zanda basin, Ngari area, Tibet [J]. Journal of Geomechanics, 2004, 10(3): 245-252 (in Chinese with English abstract).

[2] 张青松, 王富葆, 李炳元, 等. 西藏札达盆地的上新世地层 [J]. 地层学杂志, 1981, 5(2): 11-15.

Zhang Qingsong, Wang Fubao, Li Binyuan, et al. Pliocene strata of Zhada basin, Tibet [J]. Journal of Stratigraphy, 1981, 5(2): 11-15 (in Chinese).

[3] 中国科学院青藏高原综合科学考察队 (李炳元, 王富葆, 张青松, 等). 西藏第四纪地质 [M]. 北京: 科学出版社, 1983: 15-40.

Scientific Expedition Team of Qinghai-Tibetan Plateau, Chinese Academy of Sciences (Li Binyuan, Wang Fubao, Zhang Qingsong, et al.). Quaternary Geology of Tibet [M]. Beijing: Science Press, 1983: 15-40 (in Chinese).

[4] 钱方. 用古地磁方法对西藏阿里上新世以来水平运动的初步研究 [C]//喜马拉雅岩石圈构造演化——西藏地球物理论文集. 北京: 地质出版社, 1990: 198-206.

Qian Fang. The Primary study of Pliocene level movement of Zhada, Tibet by paleomagnetism [C]//Lithospheric Tectonics Evolution of Himalayas—The Thesis Volume of Physical Geography, Tibet. Beijing: Geological Publishing House, 1990: 198-206 (in Chinese).

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

Qian Fang. Study on magnetostratigraphy in Qinghai - Tibetan Plateau in late Cenozoic [J]. Journal of Geomechanics, 1999, 5(4): 22-34 (in Chinese with English abstract).

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

Qian Fang, Pu Qingyu, Wu Xihao. Quaternary glaciology at the southeastern foot of the Nyainqentanghla Range [C]//Contributions to the Geology of the Qinghai - Xizang (Tibet) Plateau, (4) Quaternary Geology, Glacier. Beijing: Geological Publishing House, 1982: 34-50 (in Chinese).

[7] 李文漪, 梁玉莲. 札达盆地上新世湖相沉积的孢粉分析 [C]//中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏第四纪地质. 北京: 科学出版社, 1983.

Li Wenyi, Liang Yulian. Spore-pollen analysis on the lacustrine deposits in Zanda Basin during the Pliocene [C]//The Comprehensive Scientific Expedition to the Qinghai - Xizang Plateau, Academia Sinica (ed.). Quaternary Geology of Tibet. Beijing: Science Press, 1983 (in Chinese).

[8] 李建国, 周勇. 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, 2001, 18(1): 89-96.

Li Jianguo, Zhou Yong. Pliocene palynoflora from the Zanda Basin, West Xizang (Tibet), and the palaeoenvironment [J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 2001, 18 (1): 89-96 (in Chinese with

English abstract).

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

Li Jianguo, Zhou Yong. Paleovegetation type and analysis of the Late Pliocene in Zanda Basin of Tibet [J]. Journal of Palaeogeography, 2001, 4(1): 52-59 (in Chinese with English abstract).

- [10] 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 等. 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, 2004, 23(5/6): 605-608.

Zhu Dagang, Meng Xiangang, Shao Zhaogang, et al. Discovery of two unconformities in Pliocene-early Pleistocene fluvio-lacustrine deposits in the Zanda basin, Ngari, Tibet [J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23 (5/6): 605-608 (in Chinese with English abstract).

- [11] 王维亮, 张进江, 张波. 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), 2004, 40(6): 872-878.

Wang Weiliang, Zhang Jinjiang, Zhang Bo. Structural and

sedimentary features in Zanda basin of Tibet [J]. Universitatis Pekinensis (Acta Scientiarum Naturalium), 2004, 40 (6): 872-878 (in Chinese with English abstract).

- [12] 王津, 朱大岗, 孟宪刚, 等. 西藏札达盆地古格组剖面沉积环境演化特征 [J]. 中国地质, 2006, 33(5): 1005-1012.

Wang Jin, Zhu Dagang, Meng Xiangang, et al. Features of the change in Pliocene depositional environment at the Guge Formation section in the Zanda basin, Tibet [J]. Geology in China, 2006, 33(5): 1005-1012 (in Chinese with English abstract).

- [13] 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 等. 西藏阿里札达盆地早更新世早期沉积及其古气候与古环境变化 [J]. 中国地质, 2006, 33(6): 1276-1284.

Zhu Dagang, Meng Xiangang, Shao Zhaogang, et al. Early Pleistocene deposits and paleoclimatic and paleoenvironmental changes in the Zanda basin, Ngari area, Tibet [J]. Geology in China, 2006, 33(6): 1276-1284 (in Chinese with English abstract).

## Sporopollen records in the Guge section of the Zanda basin, Tibet, and paleoenvironmental information reflected by it

YU Jia<sup>1</sup>, LUO Peng<sup>2</sup>, HAN Jian-en<sup>1</sup>, MENG Qing-wei<sup>1</sup>, LÜ Rong-ping<sup>1</sup>,  
MENG Xian-gang<sup>1</sup>, ZHU Da-gang<sup>1</sup>, SHAO Zhao-gang<sup>1</sup>

(1. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;

2. School of Earth Science and Land Resource, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

**Abstract:** The palynological records of the Pliocene Guge section in the Zanda basin, Tibet, show that the Guge section registers the process of vegetational and environmental variation in the study area from 4.40 to 2.74 Ma. During 4.40-3.75 Ma the climate was cool and dry and there appeared the landscape of needleleaf and broadleaf veld vegetation; during 3.75-3.47 Ma the vegetation belonged to mountainous, warm-temperate, mixed needleleaf and broadleaf forest and the climate changed from cool-dry to warm-moist; during 3.47-3.20 Ma the vegetation grew well, belonging to the mixed needleleaf and broadleaf forest, and the climate was mainly wet-warm; during 3.20-2.96 Ma the vegetation was characterized by alternation of mountainous, warm-temperate, mixed needleleaf and broadleaf forest and cool-temperate needleleaf forest and the climate began to become dry-cold; during 2.96-2.74 Ma the vegetation was characterized by mountainous, cool-temperate, dark needleleaf forest and the climate kept dry and cold.

**Key words:** Tibet; Zanda basin; Guge section; palynological record; paleoenvironmental information

**About the first author:** YU Jia, female, born in 1979, master, engages in the study of the Quaternary geology and environment; E-mail: yujia\_1018@sohu.com.