

东昆仑造山带西段万宝沟岩群古近纪孢粉组合的发现及其地质意义^{*}

郭宪璞^{**} 王乃文 丁孝忠 赵 民 王大宁

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

摘要 东昆仑造山带西段万宝沟岩群为一套构造混杂岩, 存在基质系统和外来系统两大部分. 以往据外来系统中所产叠层石的时代将其划分为前寒武纪地层. 最近在昆仑桥地区该岩群上碎屑岩组的基质系统中发现了两个古近纪的孢粉组合, 一为晚始新世的 *Alnipollenites-Quercoidites* 组合, 另一个为早渐新世的 *Caryapollenites-Pinuspollenites* 组合. 这一重要发现进一步证实该岩群为构造-沉积混杂岩系, 其基质系统主要形成于古近纪, 造成该岩群混杂的主要期次为喜马拉雅构造期. 它对于建立和完善该区地层格架、探索东昆仑造山带的地质构造演化及沉积环境具有重要地质意义.

关键词 万宝沟岩群 古近纪 孢粉组合 混杂岩 东昆仑造山带

研究区位于青藏高原北部, 柴达木盆地之南缘, 行政区划属于青海省格尔木市, 大地构造位置处于东昆仑造山带西段(图 1). 东昆仑造山带属于古亚洲构造域和特提斯-喜马拉雅构造域的结合带, 经历了多期构造运动, 地质结构极为复杂, 地层变形、变质、变位明显. 研究区内存在多期构造混杂岩建造, 以万宝沟岩群和纳赤台岩群为代表, 对这些构造混杂岩的时代厘定、基质古生物的研究, 为完善地层格架和层序、确定基质地层的准确时代, 研究中央造山带的形成机制及青藏高原南北块体的演化, 探索非史密斯地层学理论和方法, 提供了理想的研究场所.

1 万宝沟岩群的非史密斯地层学分析

万宝沟岩群由变质碎屑岩、火山岩及灰岩、大理岩、白云岩组成, 总厚逾 6000 m^[1]. 朱志直等^[2]在万宝沟地区原纳赤台岩群的碳酸盐岩中采到了叠层石化石, 依据这些化石, 新建万宝沟群, 从原纳赤台岩群中解体出来, 时代为前寒武纪(相当于蓟县纪-青白口纪), 并分为 3 个岩组. 1992 年和 2000 年姜春发等^[3,4]又进一步将万宝沟岩群分为 4 个岩组, 即下碎屑岩组、火山岩组、碳酸盐岩组和上碎屑岩组, 认为该群属于新元古代, 其主体为震旦纪.

经过野外地质调查和实地测量, 笔者认为该

2004-08-30 收稿, 2005-08-23 收修改稿

^{*} 国家自然科学基金(批准号: 40272019)和中国地质调查局(批准号: 200313000054)资助项目

^{**} E-mail: guoxianpu@cags.net.cn

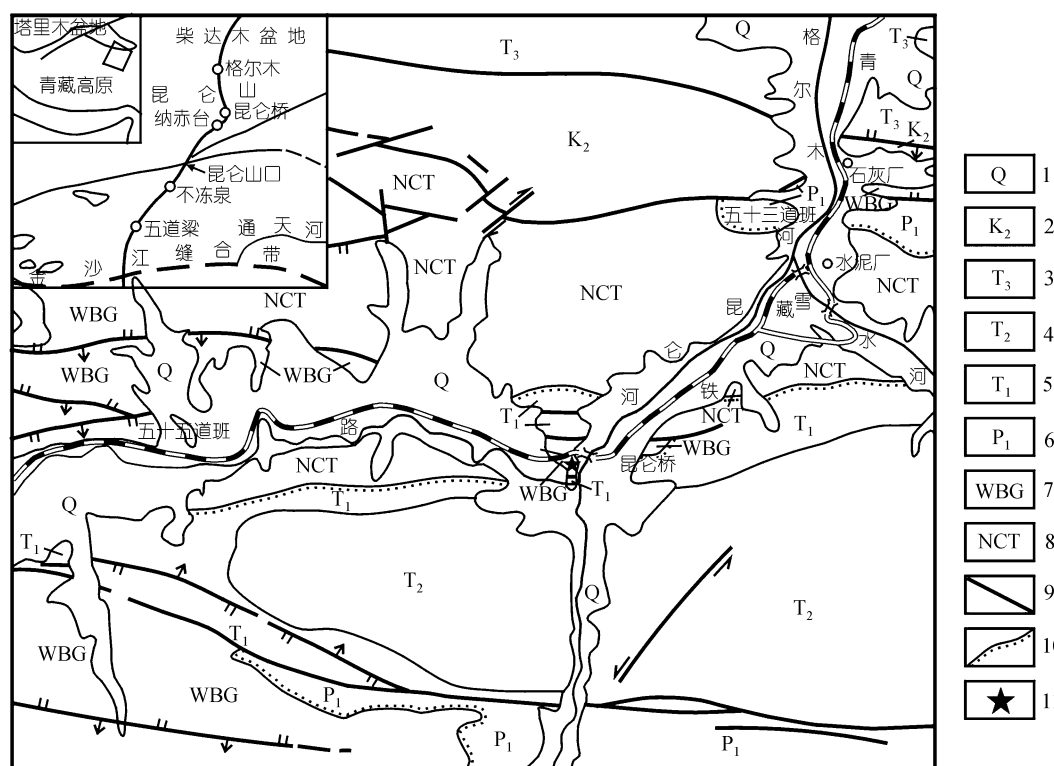


图 1 工作区地质略图

底图据中华人民共和国地质图纳赤台幅, 1: 20 万, 1982. 1. 第四系; 2. 上白垩统; 3. 八宝山群; 4. 闹仓坚沟群; 5. 洪水川群; 6. 下二叠统; 7. 万宝沟岩群; 8. 纳赤台岩群; 9. 断裂与断层; 10. 不整合; 11. 化石点及剖面位置

砂板岩之间非正常接触, 它们并非连续沉积, 占该岩群绝大部分的碎屑岩和火山岩等的时代能否用碳酸盐岩的化石时代来确定就成了疑问. 在造山带用稳定区的地层工作原理和方法划分地层时代忽视了这里的地层曾发生过变形、变位、变时等构造动力对它的影响和改造, 必然带来混乱和偏差. 因此, 有必要引入非史密斯地层学的原理和概念^[6-18], 正确识别非史密斯地层的单位边界, 划分出不同的岩片, 然后方可确定岩片地层的时代. 一个岩片的时代只能限定其本身的时代, 而不能横向或纵向延伸来限定相邻岩片的时代. 综观万宝沟岩群本身至少可以分出碎屑岩岩片、火山岩岩片及碳酸盐岩岩片等若干个不同的岩片, 它们之间存在着四种不同的非史密斯地层单位边界的地层面: (1) 构造面: 又可分为不整合面或假整合面、剪切、断裂或断层面及变形转换面三种; (2) 特殊沉积面: 滑塌体与沉积基质间的原生界面为特殊沉积面, 两者间的相互层理关系因初始滑

塌定位和后期构造作用而通常相异, 有时亦近同; (3) 变异或置换岩性面: 经变质作用和岩浆作用改造的岩性面, 它们通常与原生岩性面不同. (4) 难追索基底面: 变质的碎屑岩和基性岩可设想有下伏基底岩石, 但只能看作理论上的底界, 实际剖面上难以追索. 万宝沟岩群岩片以第 1 和 2 种地层面为主, 碳酸盐岩岩片实际上为异地地层体, 与纳赤台岩群相同, 这里也存在着基质系统和外来系统之分. 本文研究该岩群的具体地点在格尔木市南部昆仑河西岸之昆仑桥附近. 剖面具体的地理坐标从南部东经 $36^{\circ}54.05'$, 北纬 $94^{\circ}44.64'$ 开始, 至北部东经 $35^{\circ}54.85'$, 北纬 $94^{\circ}45.75'$ 结束. 其南北与三叠系洪水川群呈断层接触, 东西两侧被第四系覆盖.

经测量该岩群在此处出露总厚度 905 m, 据有关地质资料^[19]本区出露的地层为该岩群的上碎屑岩组 (图 2). 自上而下描述如序:

下三叠统洪水川群: 中厚层黄褐色含砾砂岩. 砾

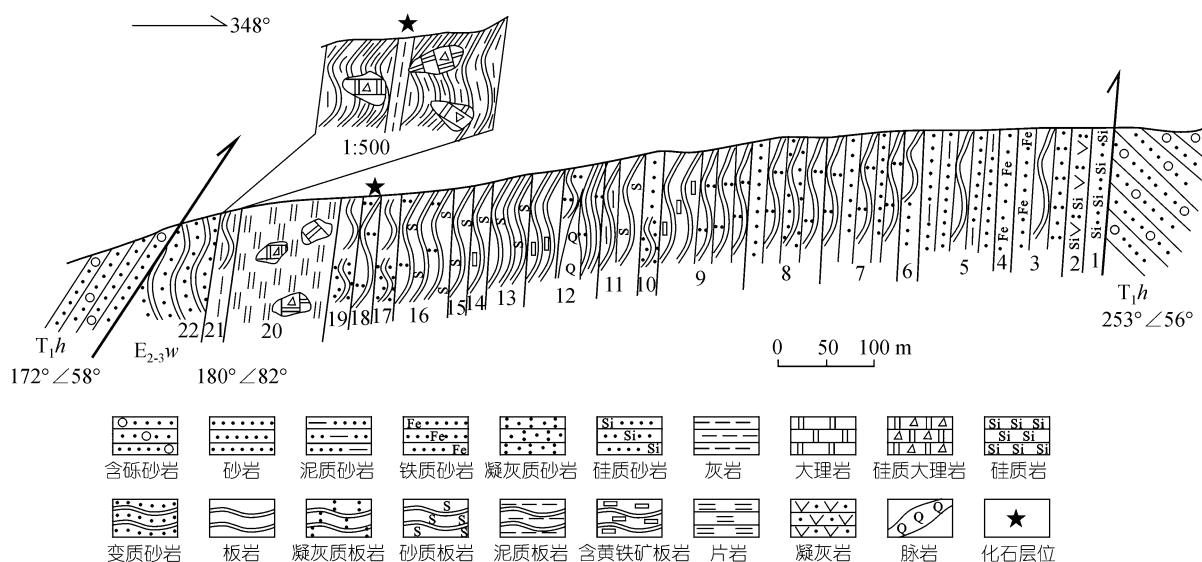


图 2 东昆仑造山带西段昆仑桥地区万宝沟岩群实测剖面图

石 1~10 cm 不等。地层有变形，可见挤压后砾石的定向排列。

-----断层-----

万宝沟岩群上碎屑岩组：

22. 棕褐色、灰褐色变质杂砂岩，片理化强烈，可见两组劈理交叉成菱形。厚 35 m。

21. 灰绿色泥质板岩、泥岩，不均匀片理化；混有外来岩块，岩性为硅质大理岩、大理岩，大者可达 3 m 以上，小的几厘米。岩块被后期方解石脉所穿插呈菱形，并且外裹一圈其它地层的泥质或砂质岩，这种现象为块体在运移悬滚过程中的连续包裹和滑动球。这是一种典型的构造—沉积混杂现象。该层上部之泥质板岩、泥岩中产出第二孢粉组合化石。厚 18 m。

20. 灰绿色泥质片岩、板岩，夹有外来岩块。外来岩块的特征同 21 层。片理化不均一。风化后呈灰红色。厚 96 m。

19. 灰绿色板岩夹变砂岩。厚 19 m。

18. 灰绿色凝灰质板岩夹变砂岩。片理化明显减弱。该层之中下部产第一组合孢粉化石。厚 20 m。

17. 灰绿色板岩与变砂岩互层。厚 17 m。

16. 灰绿色凝灰质板岩、砂质板岩。厚 58 m。

15. 深灰色、褐灰色砂质板岩。岩石较致密。厚 18 m。

14. 灰绿色含黄铁矿板岩、泥质板岩。厚 16 m。

13. 灰绿色砂质板岩、板岩，致密。厚 39 m。

12. 灰绿色含铁质、凝灰质板岩。在下部见有脉岩沿节理面侵入。厚 76 m。

11. 灰绿色泥质板岩、砂质板岩，见有砂岩透镜体。厚 37 m。

10. 灰绿色含铁质中厚层砂岩、变砂岩夹板岩，致密，部分无片理化。厚 19 m。

9. 灰绿色含铁质、凝灰质板岩。厚 78 m。

8. 灰绿色凝灰质板岩夹砂岩、变砂岩。厚 75 m。

7. 灰绿色凝灰质板岩夹砂岩。厚 79 m。

6. 灰绿色砂岩与板岩互层。厚 19 m。

5. 灰绿色泥质砂岩夹板岩。上部见有层间局部断层。厚 76 m。

4. 灰绿色含铁质砂岩夹板岩。厚 19 m。

3. 灰绿色含铁质、凝灰质砂岩夹板岩。厚 57 m。

2. 灰绿色凝灰岩夹数层黑色硅质岩。厚 16 m。

1. 灰色硅质砂岩。厚 18 m。

-----断层-----

下三叠统洪水川群：灰褐色、灰黄色含砾砂岩。岩层有挤压变形，砾石有定向排列现象。

2 古近纪的两个孢粉组合

非史密斯地层学强调地层体的动态化和地层混杂体的多元化，分析地层经历的构造期次、划分每个期次卷入其间不同时代地层体、寻找最晚期次所形成的基质地层体对于解决造山带地层时代是至关重要的。据野外观察，该岩群至少经过 3 次构造变动，碳酸盐岩是在历次构造变动中移滑到基质系统中的，这些岩层均为外来系统，其中的化石不能作为该

岩群划分时代的依据。在执行国家自然科学基金项目和地质调查项目中, 本项目组经过艰苦细致的野外调查和室内分析研究, 结果在昆仑桥地区该岩群之上碎屑岩组基质系统泥质板岩、凝灰质板岩中发现了两个古近纪的孢粉组合, 为准确划分该岩群的时代提供了可靠化石佐证。

2.1 晚始新世 *Alnipollenites-Quercoidites* 组合

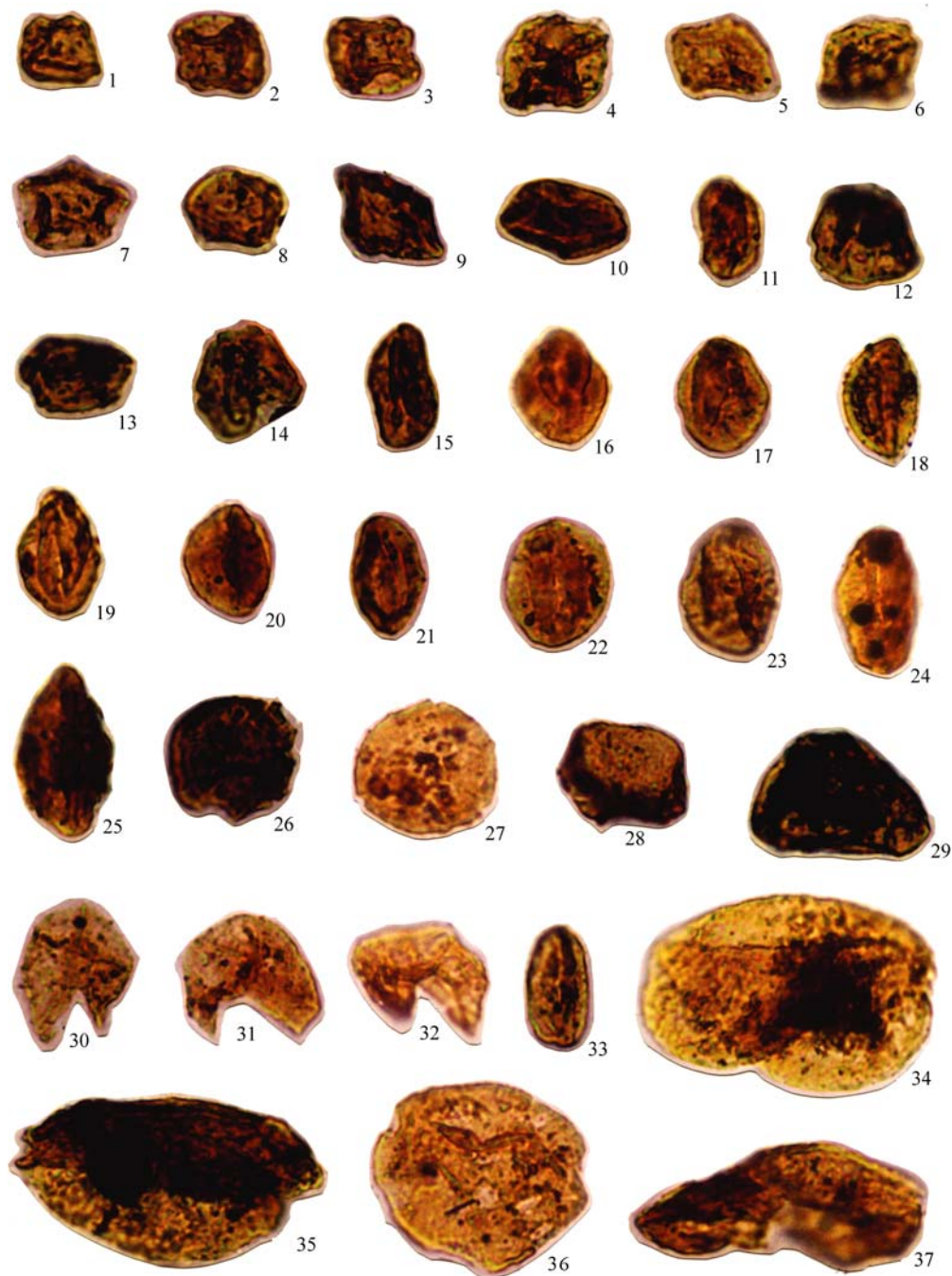
该孢粉组合化石由于岩层变质保存一般, 纹饰构造多不清晰。经分析鉴定共有 21 属 12 种(图 3), 它们是:

蕨类植物孢子(4 属): *Leiotriletes* sp. (光面三缝孢), *Pterisporites* sp. (凤尾蕨孢), *Polypodiaceasporites* sp. (水龙骨单缝孢), *Stereisporites* sp. (坚实孢); 裸子植物花粉(5 属 1 种): *Pinuspollenites* spp. (双束松粉), *Taxodiaceapollenites* sp. (杉粉), *T. hiatus* (破隙杉粉), *Inaperturopollenites* sp. (无口器粉), *Cycadopites* sp. (苏铁粉), *Coniferae* (松柏类花粉); 被子植物花粉(12 属, 11 种): *Alnipollenites* sp. (桤木粉), *A. inflexes* (弯弓桤木粉), *A. metaplasma* (变形桤木粉), *A. verus* (真桤木粉), *Betulaepollenites* sp. (桦粉), *Momipites angustitorquatus* (狭链莫米粉), *Juglanspollenites* sp. (胡桃粉), *Quercoidites* sp. (栎粉), *Q. asper* (粗糙栎粉), *Q. henrici* (亨氏栎粉), *Q. microhenrici* (小亨氏栎粉), *Q. pachydermus* (厚壁栎粉), *Q. tuberculatus* (瘤纹栎粉), *Cupuliferoipollenites* sp. (栗粉), *Euphorbiacites* sp. (大戟粉), *Ulmipollenites* sp. (榆粉), *U. stillatus* (点皱榆粉), *U. miocaenicus* (中新榆粉), *Celtispollenites* spp. (朴粉), *Tricolpites* spp. (三沟粉), *Retitricolpites* sp. (网纹三沟粉), *Triporopollenites* sp. (三孔粉)。

根据化石的时代特征和组合面貌, 我们将其命名为桤木粉-栎粉组合(*Alnipollenites-Quercoidites* assemblage)。孢粉组合主要特征是: (1) 被子植物花粉占优势地位, 其数量可达孢粉总数的 2/3 以上; 裸子植物花粉次之, 约占总数的 1/4; 蕨类孢子最少。(2) 被子植物花粉中以落叶阔叶树种为主体的桦科(*Betulaceae*)、山毛榉科(*Fagaceae*)及榆科(*Ulmaceae*)的花粉占优势, 主要有属桦科的桤木粉属(*Alnipollenites*)、桦粉属(*Betulaepollenites*)、莫米粉属

(*Momipites*), 属于山毛榉科的栎粉属(*Quercoidites*)、栗粉属(*Cupuliferoipollenites*), 属于榆科的榆粉属(*Ulmipollenites*)、朴粉属(*Celtispollenites*)等, 还见有个别的大戟粉(*Euphorbiacites*)以及枫香粉(*Liquidambarpollenites*); (3) 裸子植物花粉中仅出现少量具气囊花粉、杉粉及苏铁粉, 在组合中均未起到重要作用; (4) 蕨类孢子零星出现, 主要是水龙骨科和凤尾蕨科孢子。从上述特征可以看出本组中出现大量的桦科(*Betulaceae*)、山毛榉科(*Fagaceae*)、榆科(*Ulmaceae*)等花粉, 还见少量枫香粉(*Liquidambarpollenites*)、大戟粉(*Euphorbiacites*), 这些以温带为主的落叶阔叶类植物花粉均为国内外古近纪常见分子, 其他, 如杉粉(*Taxodiaceapollenites*)、双束松粉(*Pinuspollenites*)以及苏铁粉(*Cycadopites*), 水龙骨科及凤尾蕨科孢子等均为古近纪常见分子^[20,21], 据此可以看出本孢粉组合明显地显示出古近纪孢粉特征面貌; 本组合中未出现任何白垩纪特征分子, 如海金沙科孢子, 以及一些原始被子植物花粉; 同时组合中也未发现我国西部地区古近纪早期最具特征的分子, 如正型粉类(*Normapollis*)、克拉梭粉(*Classopollis*)、五边粉(*Pentapollenites*)以及某些古老被子植物花粉也未出现; 作为新近纪有重要意义并普遍出现的一些草本、灌丛植物花粉, 如藜粉(*Chenopodipollis*)、菊科(*Compositae*)、禾本粉(*Graminidites*)、蓼粉(*Polygonacidites*)等也没有出现; 一些西部地区极为繁盛的干旱植物分子——麻黄(*Ephedripites*)、藜粉等^[22,23]也未见到。根据上述特征分析, 这一孢粉组合的时代似应归为始新世—渐新世, 考虑到组合中热带、亚热带成分(包括许多三孔沟花粉)仅少量出现, 而一些亚热带-温带落叶阔叶树却很繁盛, 表明此时期的气候较为温凉、湿润, 气候偏凉, 这种特征与始新世早中期较湿热的气候有明显地差异, 同时也注意到始新世晚期普遍认为有一次全球性降温事件, 因此, 将本孢粉组合的时代归为晚始新世更为合理。

根据孢粉植物群特征分析, 沉积时期该地应以落叶阔叶林植被为主, 在盆地边缘山区可能分布有一些针叶林带, 推测此时并没有出现草原、灌丛植被。以桦科、山毛榉科及榆科等为代表的落叶阔叶树主要生长在低地及丘陵地区, 故推测本地区当时并无明

图 3 东昆仑造山带晚始新世孢粉化石($\times 800$)

1. *Alnipollenites inflexus* M.R. Sun; 2–6. *A. metaplasma* (Pot.) Potonie; 7, 8. *A. verus* (Pot.) Potonie; 9, 10. *A. spp.*; 11, 15. *Quercoidites minutus* (Zakl.) Ke et Shi; 12. *Betulaepollenites* sp.; 13. *Celtisipollenites* sp.; 14. *Juglansipollenites* sp.; 16, 17. *Quercoidites pachydermus* Song et Gao; 18, 20. *Q. spp.*; 19. *Q. tuberculatus* (Zakl.) Song; 21. *Q. microhenrici* (Pot.) Potonie; 22. *Q. asper* (Thoms. Et Pfl.) Song et Zheng; 23. *Q. henrici* (Pot.) Pot., Thoms. & Their; 24. *Polypodiaceasporites* sp.; 25. *Cycadopites* sp.; 26. *Osmundacidites* sp.; 27. *Momipites angustitorquatus* (Simpson) Zheng; 28. *Ulmipollenites* sp.; 29. *Pterisiporites* sp.; 30–32. *Taxodiaceapollenites hiatus* (Pot.) Kremp 33. *Euphorbiacites* sp.; 34, 35, 37. *Pinuspollenites* spp.; 36. *Liquidambarpollenites styracifluaeformis* Nagy

显的高山地区。代表干旱植物花粉的缺失, 喜温湿润叶树的繁盛指示了沉积时期应属温湿的亚热带-温带气候。

根据这一孢粉组合的时代和环境分析, 该组合化石所赋存的地层应属于古近纪晚始新世。

2.2 早渐新世 *Caryapollenites-Pinuspollenites* 组合

该孢粉组合层位位于第一组合之上约 140 m, 保存一般, 但孢粉化石类型较为丰富。经鉴定共有 30 属(图 4), 主要类型如下:

蕨类植物孢子(2 属): *Leiotriletes* sp. (光面三缝孢), *Undulatisporites* sp. (波缝孢); 裸子植物花粉(8 属): *Pinuspollenites* sp. (双束松粉), *Abiespollenites* sp. (冷杉粉), *Tsugaepollenites* sp. (铁杉粉), *Ephedripites* sp. (麻黄粉), *Piceapollenites* sp. (云杉粉), *Laricoidites* sp. (落叶松粉), *Podocarpidites* sp. (罗汉松粉), *Keteleeriaepollenites* sp. (油松粉); 被子植物花粉(20 属): *Caryapollenites* sp. (山核桃粉), *Quercoidites* sp. (栎粉), *Betulaceoipollenites* sp. (拟桦粉), *Ulmipollenites* sp. (榆粉), *Tiliaepollenites* sp. (椴粉), *Spar-ganiaceapollenites* sp. (黑三棱粉), *Labitricolpites* sp. (唇形三沟粉); *Nitrariadites* sp. (拟白刺粉), *Momipites* sp. (莫米粉), *Aceripollenites* sp. (槭树粉), *Juglanspollenites* sp. (胡桃粉), *Potamogetonicidites* sp. (眼子菜粉), *Chenopodipollis* sp. (藜粉), *Qinghaipollis* sp. (青海粉), *Rutaceoipollenites* sp. (芸香粉), *Retitricolpites* sp. (网面三沟粉), *Caryophyllidites* sp. (石竹粉), *Zonorapollis* sp. (环孔沟粉), *Tricolpillis* sp. (三沟粉), *Tricolporopollenites* sp. (三孔沟粉)。

根据孢粉的时代特征和组合面貌, 我们将其命名为山核桃粉-双束松粉组合(*Caryapollenites-Pinuspollenites* assemblage)。本组合的主要特征是: (1) 被子植物花粉占优势地位, 可占 68%, 裸子植物花粉次之, 占 26%, 蕨类植物孢子含量较少, 仅占 6%; (2) 被子植物中落叶阔叶植物花粉居主导地位, 其中含量较高者有山核桃粉(*Caryapollenites*, 占 12%)、栎粉(*Quercoidites*, 占 12%); 常见者有: 拟桦粉(*Betulaceoipollenites*, 占 3%)、莫米粉(*Momipites*, 占 2%)、榆粉(*Ulmipollenites*, 占 4%)、槭树粉(*Aceripollenites*, 占

2%); 其他还见有胡桃粉(*Juglanspollenites*, 占 1%)、椴粉(*Tiliaepollenites*, 占 1%)等; (3) 裸子植物花粉以松科各属花粉为主, 主要有双束松粉(*Pinuspollenites*, 占 8%)、落叶松粉(*Laricoidites*, 占 3%)、云杉粉(*Piceapollenites*, 占 2%)以及铁杉粉(*Tsugaepollenites*, 占 4%)。其他还见有冷杉粉(*Abiespollenites*, 占 1%)、油杉粉(*Keteleeriaepollenites*, 占 1%); 麻黄粉(*Ephedripites*, 占 7%)也有较多含量。(4) 草本植物花粉频繁出现, 除唇形三沟粉(*Labitricolpites*, 占 12%)有较高含量外, 藜粉(*Chenopodipollis*, 占 3%)、石竹粉(*Caryophyllidites*, 占 1%)、黑三棱粉(*Spargania cecapollenites*, 占 1%)、眼子菜粉(*Potamogetonicidites*, 占 2%)等均少量出现。(5) 干旱植物分子常见, 并具有一定含量, 占 15%, 主要有麻黄粉(*Ephedripites*)、拟白刺粉(*Nitrariadites*)及藜粉(*Chenopodipollis*)等。(6) 热带、亚热带分子少量出现, 仅见有芸香粉(*Rutaceoipollenites*)。

上述特征表明, 本组合所出现的孢粉类型主要为国内外古近纪常见分子。然而, 一些古近纪早、中期重要分子, 如在欧洲和我国西部地区古新世-始新世早期的代表分子正型粉(*Normapollis*)、山龙眼粉(*Proteacidites*)、五边粉(*Pentapollenites*)、山榄粉(*Sapotaceoideaepollenites*)等^[20]在本组合中未见; 同时, 一些在新近纪占重要地位的藜粉、禾本科、菊科、蓼科、莎草科等草本植物花粉^[24]也未大量出现, 这就表明本组合不具备古近纪早中期(即古新世和始新世)及新近纪孢粉组合的特征。而组合中落叶阔叶类植物花粉占有重要地位, 如山核桃粉、栎粉、榆粉、桦粉和莫米粉; 同时具囊松柏类花粉也有较多的含量; 草本植物花粉含量不高, 但常见, 未形成优势种群。这些特征都与我国广大地区及俄罗斯远东、中亚地区早渐新世的孢粉组合^[20]具有可比性, 因此将本孢粉组合的时代划归为渐新世早期是适合的。

本组合中以胡桃科、山毛榉科、榆科及桦科等为主的落叶阔叶类植物占重要地位, 以松科为主的针叶类植物也占有相当的位置, 这就指示了此时期该地区主要生长着落叶阔叶林和针阔叶混交林, 植物群总体反映了较温凉的湿润气候, 考虑到组合中麻黄粉、拟白刺粉、藜粉等典型干旱植物分子的存在, 并具有一定的含量, 同时草本植物花粉也普遍出现, 这些都显示了此时期由温湿气候逐渐向干凉气候转变。



图 4 东昆仑造山带早渐新世孢粉化石($\times 800$)

1. *Caryophyllidites* sp.; 2. *Celtispollenites* sp.; 3. *Quercoidites microhenrici* (Pot.)Potonie; 4. *Potamogetonacidites* sp.; 5, 6. *Labitricolpites minor* Ke et Shi; 7, 11. *Quercoidites asper* (Thoms. et Pfl.)Song et Zheng; 8. *Meliaceoidites* sp.; 9. *Labitricolpites pachydermus* Song et Wang; 10. *Sparganiaceapollenites* sp.; 12. *Chenopodiipollis kochioides* Song; 13. *Momipites coryloides* Wodchause; 14. *Tricolporopollenites* sp.; 15. *Nitrariadites communis* Zhu et Xi Ping; 16. *Aceripollenites microstriatus* (Song et Lee)Song; 17. *Labitricolpites* sp.; 18. *Striatricolpites* sp.; 19. *Schizaeoisporites* sp.; 20, 23. *Caryapollenites simplex* (Pot.)Raatz; 21. *Tiliaepollenites insculptus* (Mai)G. W-Liu; 22, 28. *Ulmipollenites mio-caenicus* Nagy; 24. *Pinuspollenites insignis* (Naumova)Zhu; 25. *Ephedripites* (*Distachyapites*) *megafusiformis* Ke et Shi; 26. *E. (D.) lusaticus* Krutzch; 27. *Pinuspollenites diplopondroides* (Ting)Ke et Shi; 29. *Tsugaepollenites multispinus* (Krutzch)Sun et Deng

2.3 两个孢粉组合的比较分析

将上述两个孢粉组合特征作一个比较, 发现它们既有相似性, 又有一定的区别。其相似点是: (1) 两组合中均存在较多的栎粉、榆粉; (2) 都具有一定数量的松粉及桦粉、莫米粉、胡桃粉等; (3) 组合中落叶阔叶类及具囊松柏类起重要作用; (4) 均以古近纪常见分子占优势, 都未出现古近纪早期或更早期类型的。主要区别是: (1) 在第二组合中出现一定数量的干旱植物分子, 如麻黄粉、拟白刺粉、藜粉等, 而第一组合中则完全没有发现; (2) 第二组合中出现较多的山核桃粉, 而第一组合未见; 在第一组合中出现较多的桤木粉, 而第二组合中却未见到; (3) 在第二组合中常见有草本植物花粉, 如藜粉、黑三棱粉、眼子菜粉、石竹粉以及唇形三沟粉, 在第一组合中未见。上述两组合的异同点表明: (1) 第二组合沉积时期的古气候肯定比第一组合沉积时期更为干旱; 而第一组合中以桤木粉为主的落叶阔叶和以杉粉为主的针叶树比较繁盛, 明显反映了该沉积时期较为温暖湿润; (2) 由于在第二组合中出现一些草本植物花粉、山核桃粉较多出现, 气候更为干凉, 表明该组合的沉积时代应略晚于第一组合。

3 地质意义

东昆仑造山带西段古近纪孢粉组合的发现是该区地质研究的一个新突破和新成果, 具有重要的地质意义:

(i) 本成果的取得主要是得益于非史密斯地层的地质新思维和创建中国造山带地层理论的新思考^[25,26], 它突破了本区以往用台区或稳定区的工作原理和方法研究造山带地层的模式, 开辟了注重研究地层基质系统, 即原地系统的新思路, 并取得了重要进展。

(ii) 本区内尚未见古近纪孢粉和地层, 同时尚未见新生代的陆相地层混入万宝沟岩群基质地层的迹象和证据。两个古近纪孢粉组合的发现进而证实该区古近纪地层的存在并填补了这一时期的古生物和地层空白, 增添了新的内容和资料, 进一步完善了该区的古生物和地层系统。

(iii) 上述成果本身就说明了原定为前寒武纪的万宝沟岩群是一套构造-沉积混杂岩建造。该套地层应看作构造混杂岩的一种新类型: 可设想为新地层楔入老地层的地质体, 属于非正常单元。在历次构造运动特别是喜马拉雅运动的作用影响下, 不同时代的地层体发生堆聚。强烈的大规模逆冲推覆、走滑剪切致使新生代的构造岩片夹持于混杂岩带, 陡然增加了东昆仑造山带的复杂性。

(iv) 作为青藏高原北部组成部分的东昆仑造山带的形成和隆升时代问题一直存在着不同的认识, 造成这些分歧的关键是对纳赤台岩群和万宝沟岩群的时代的认识^[27]。本次该带古近纪地层和孢粉的发现, 说明此时东昆仑地区仍然是补偿型深水-半深水的前陆盆地, 补给区产有阔叶植物(高大乔木、灌木), 表明本区仍属于纬向环流的亚热带湿润气候, 南来的印度洋暖湿气流仍可以影响本区, 推测当时的海拔高度不及千米。因此, 间接证实了东昆仑造山带的大规模隆升和形成应该是在早更新世以来受喜马拉雅运动远程效应的影响造成的。

致谢 对高林志副研究员、侯静鹏研究员和中国科学院南京地质古生物所张璐瑾研究员在本研究的前期阶段给与的有益讨论与帮助, 孢粉分析实验室刘登舟、张保平帮助分析样品以及评审专家对原稿提出的宝贵意见, 在此一并表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 邢裕盛, 高振家, 王自强, 等. 中国地层典——新元古界. 北京: 地质出版社, 1996. 1~117
- 2 朱志直, 赵民. 东昆仑中段“纳赤台群”的解体与万宝沟群的建立. 青藏高原地质论文集, 1985, 16: 1~12
- 3 姜春发, 杨经绥, 冯秉贵, 等. 昆仑开合构造. 北京: 地质出版社, 1992. 1~224
- 4 姜春发, 王宗起, 李锦铁, 等. 中央造山带开合构造. 北京: 地质出版社, 2000. 1~154
- 5 郭宪璞, 王乃文, 丁孝忠, 等. 青海东昆仑纳赤台群基质系统与外来系统的关系. 地质通报, 2003, 22(3): 160~164
- 6 冯庆来. 造山带区域地层学研究的思想和工作方法. 地质科技情报, 1993, 12(3): 51~56
- 7 王乃文, 郭宪璞, 刘羽. 非史密斯地层学简介. 地质论评, 1994, 40(5): 482~394
- 8 王乃文. 非史密斯地层学. 科学中国人, 1995, 3: 24~25
- 9 王乃文. TBO 层型体系与非史密斯地层学. 30 届国际地质大会论文集, 1999, 11: 18~26
- 10 殷鸿福, 张克信. 东昆仑造山带的一些特点. 地球科学, 1997,

- 22(4): 339~342
- 11 殷鸿福, 张克信, 王国灿, 等. 非威尔逊旋回与非史密斯方法. 中国区域地质, 1998, (增刊): 1~9
- 12 王国灿, 张克信, 梁 斌, 等. 东昆仑造山带结构及构造岩片组合. 地球科学, 1997, 22(4): 352~356
- 13 罗建宁. 大陆造山带沉积地质学研究中的几个问题. 地学前缘, 1994, 1(1-2): 177~183
- 14 Hsü K J. Principles of mélanges and their bearing on the Fraciscan-Knoxvile Paradox. Geol Soc Amer Bull, 1968, 79: 1063~1074
- 15 Hsü K J. The concept of tectonic faces. Bull the Tech Uni Istanbul, 1991, 44(1-2): 25~42
- 16 杜远生, 张克信. 关于非史密斯地层学的几点认识. 地层学杂志, 1999, 23(1): 78~81
- 17 张克信, 殷鸿福, 朱云海, 等. 史密斯地层与非史密斯地层. 地球科学, 2003, 28(4): 361~369
- 18 Horton J W Jr. Mélanges and olistostromes of the US Appalachians. Geol Soc American Spec Paper, 1989, 1~228
- 19 刘照祥, 彭耀全. 对纳赤台群的新认识. 中国区域地质, 1984, 9: 41~47
- 20 中国地质科学院地质研究所, 地质矿产部西北石油地质局, 新疆石油管理局. 青海、新疆部分地区白垩纪—第三纪含油盆地微古植物群研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 1~179
- 21 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. 柴达木盆地第三纪孢粉学研究. 北京: 石油工业出版社, 1985. 1~219
- 22 赵英娘, 孙秀玉, 王大宁. 新疆莎车、库车盆地第三纪孢粉组合. 中国地质科学院地质研究所所刊, 1982, 4: 95~125
- 23 宋之琛, 郑亚惠, 李曼英. 中国孢粉化石——晚白垩世和第三纪孢粉. 北京: 科学出版社, 1999. 1~910
- 24 金小赤, 王大宁, 柳永清, 等. 新疆库车库尔哈剖面两个新生代孢粉组合的时代和环境意义. 地质通报, 2002, 21(12): 823~833
- 25 张国伟. 地质思维与造山带研究. 西安: 西北大学出版社, 1994. 47~54
- 26 吴正文, 张长厚. 关于创建中国造山带理论的思考. 地学前缘, 1999, 6(3): 21~29
- 27 李光岑, 林宝玉. 昆仑山东段几个地质问题的探讨. 青藏高原地质论文集, 1982, 1: 28~52