

塔里木盆地北缘二叠纪植物群^{*}

吴秀元¹⁾ 孙柏年³⁾ 沈光隆²⁾ 王永栋¹⁾

1) 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

2) 西北大学地质系, 西安 710069

3) 兰州大学地质系, 兰州 730001

提 要 记述的二叠纪植物群采自塔里木盆地北缘不同产地和不同层位。早二叠世早期植物主要采自柯坪县四石厂的库普库兹满组及开派兹雷克组下亚组, 主要由 *Autunia conferta*, *Pecopteris hemitelioides*, *Annularia stellata* 等组成, 代表了欧美植物群面貌; 到早二叠世晚期, 开派兹雷克组上亚组产有安加拉植物分子, 如 *Cordaites* (*Noeggerathiopsis*) *subangusta*, *C.* (*N.*) *angustifolia*, *Paracalamites decoratus* 等, 与欧美植物分子共生, 成为欧美-安加拉混生植物群; 晚二叠世植物产于库车河两岸的比尤勒包谷孜组, 其中产有安加拉植物分子, 如“*Callipteris*” *zeillerii*, *Yavorskyia mungatica* 等等, 成为典型的亚安加拉植物群。植物群的演化、变迁是由于塔里木地块与准噶尔地块逐渐接近而天山海槽最终消失的结果。

关键词 植物化石 二叠纪 塔里木

新疆塔里木盆地西北缘包括柯坪、阿克苏、温宿及库车河一带的植物群已有不少学者研究过(Norin. E., 1941; 窦亚伟等, 1983; 吴绍祖, 1983, 1989, 1993, 1995; 张善桢、吴绍祖, 1989, 1991; 沈光隆等, 1990), 对某些植物属种及植物地理区等方面问题作过较深入讨论, 但对该区植物群总貌及其特性至今未见较全面系统的描述和讨论。为了弥补这方面的不足, 借助参加塔里木科技攻关项目的机会, 笔者搜集到比较完整的植物化石。在野外采集期间得到兰州大学的刘燕学、苟宁刚、彭德成以及南京地质古生物研究所的朱怀诚和陈中强的大力帮助, 曹正尧赠送了他们在四石厂采集的全部植物标本, 在此一并致以衷心的感谢。

1 地层概述及所含植物群内容

塔里木盆地西北缘的二叠系自下而上由库普库兹满组、开派兹雷克组、沙井子组及比尤勒包谷孜组等组成, 现将各组主要岩性及其所含植物分子列述如下:

库普库兹满组: 主要分布于柯坪县的四石厂、开派兹雷克、大冲沟等地, 该组可划分为 2 个亚组, 下亚组(碎屑岩段)由一套杂色碎屑岩、粉砂岩夹灰岩透镜体组成, 顶部的灰黑色粉砂岩中产植物化石 *Lepidodendron* sp.², *Stigmaria ficoides* Brongniart, *Pecopteris moneyi* Zeiller, *P. hemitelioides* Brongniart, *Sphenopteris* sp., *Cordaites principalis* (Germar)等;

^{*} 八五国家重点科技攻关项目(85-101-01-02-09)成果之一。

1997年8月20日收到

上亚组(玄武岩段)由玄武质凝灰岩、玄武岩及玄武质角砾岩,中部夹有黄绿色、浅棕色中厚层粉砂质泥岩组成,含植物化石 *Lepidodendron* sp. 1, *Stigmara ficoides* Brongniart, *Paracalamites* cf. *stenocostatus* Gu et Zhi, *Calamites* cf. *cruciatu*s Sternberg, *Pecopteris moneyi* Zeiller, *P. hemitelioides* Brongniart, *Sphenopteris tenuis* Schenk, *S. grabau*i Halle, *Odontopteris* sp., *Karinopteris* sp. 1, *K.* sp. 2, *Autunia conferta* Kerp, *Rhachiphyllum* sp. 2, *Cordaite*s sp. 等,上部为灰绿色、黑色层状玄武岩。本组与下部的康克林组及上覆的开派兹雷克组均为整合接触,厚约 350m。

开派兹雷克组:在柯坪县的开派兹雷克及大冲沟出露完整,可以分 2 个亚组:下亚组(碎屑岩段)为一套杂色砂岩、粉砂岩及泥岩不等厚互层状,夹薄层透镜体灰岩,底部炭质泥岩中产植物化石 *Lepidodendron* sp. 1, *Stigmara ficoides* Brongniart, *Sphenophyllum verticillatum* (Schlotheim) Brongniart, *Annularia stellata* (Schlotheim) Wood, *A. gracilescens* Halle, *Calamites* cf. *cistii* Brongniart, *Paracalamites* cf. *stenocostatus* Gu et Zhi, *P. kalpinensis* Wu sp. nov., *P. decoratus* (Eichwald) Zalesky, *P.* cf. *tenuicostatus* Neuburg, *P. stenocostatus* Gu et Zhi, *Bowmanites* sp., *Calamostachys* sp., *Sphenopteris tenuis* Schenk, *S. kalpinensis* Wu sp. nov., *Odontopteris* sp., *Pecopteris orientalis* Potonie, *Pecopteris moneyi* Zeiller, *P. hemitelioides* Brongniart, *P. anderssonii* Halle, *P.* cf. *taiyuanensis* Halle, *P.* cf. *huichensis* Hsui, *P.* sp. 1, *P.* sp. 2, *Rhachiphyllum* cf. *schenkii* Kerp, *R.* sp. 1, *R.* sp. 2, *R.* sp. 3, *Dichophyllum* cf. *flabellifera* (Weiss) Kerp et Haubold, *Autunia conferta* Kerp, *Ullmannia bronnii* Goepper, *Cordaite*s *principalis* Germar, *C. schenkii* Halle 等,上亚组(玄武岩段)为黑、杂色层状玄武岩夹棕、灰绿色砂岩、粉砂岩,含植物;*Sphenophyllum verticillatum* (Schlotheim) Brongniart, *Paracalamites* cf. *tenuicostatus* Neuburg, *Cordaite*s (*Noeggerathiopsis*) *angustifolia* Zalesky, *C. (N.) subangusta* Zalesky 等,本组厚约 100m。

沙井子组:仅在大冲沟出露,与下伏开派兹雷克组为连续沉积,上覆第三纪沉积物,为一套杂色砂、泥岩,厚约 600m,仅发现植物化石 *Psymphyllum*? sp.,由孢粉、双壳类及介形类等化石所决定的时代意见及层序关系,该组大致是早二叠世晚期至晚二叠世早期的沉积。

比尤勒包谷孜组:由于早、晚二叠世之交,分隔塔里木地块与准噶尔地块的天山海槽最终封闭,使两地块连为一体,塔里木地块暂时隆起遭受剥蚀,因此,在塔里木盆地内部的次级凹陷带内,即使有上二叠统存在,其分布亦不会广泛,在塔里木台地北部及南天山一带,大概在拜城至库车一带,呈东西向伸展,分布有晚二叠世沉积,特别是在库车河至比尤勒包谷孜干沟一带地层发育较好,剖面清晰,并产有亚安加拉型植物,其岩石地层单位称比尤勒包谷孜组,它在库车县比尤勒包谷孜干沟与下伏上石炭统虎拉山组呈不整合接触,在库车河两岸与华力西晚期花岗岩为沉积接触;在拜城卡拉苏河一带与下二叠统小提立克组呈不整合接触,其上与下三叠统俄霍布拉克群呈连续过渡。其厚度由东北向西南逐渐减薄。在独山子至库车公路 427km 东侧的一条沟中(距公路 1km),实测比尤勒包谷孜组剖面如下(插图 1):

上覆地层:下三叠统俄霍布拉克群 灰褐色块状石英砾岩间夹砂质页岩,产 *Voltzia heterophylla* 等植物化石。

上二叠统比尤勒包谷孜组

7. 黄绿色泥质粉砂岩及粉砂质泥岩, 间夹数层中厚层状含砾粗砂岩。粉砂质页岩中产植物化石 *Paracalamites* cf. *tenuicostatus* Neuburg, *Koretrophyllites deliquescens* (Goeppert), “*Callipteris*” *zeilleri* Zalessky, *Cladophlebis* sp. a, *Yavorskyia mungatica* Radczenko, *Sphenobaiera* sp., *Sphenozamites kuquensis* Shen sp. nov., *Cordaites* (*Noeggerathiopsis*) *angustifolia* Zalessky 16.5m
6. 灰绿色及暗绿色粉砂岩与粉砂质页岩互层, 顶部具薄层紫色粘土; 页岩中产植物 *Paracalamites* cf. *tenuicostatus* Neuburg, “*Callipteris*” *zeilleri* Zalessky, *Cladophlebis* sp. b, *Schizoneura manchuriensis* Konno, *Sphenozamites kuquensis* Shen sp. nov., *Cordaites* (*Noeggerathiopsis*) *subangusta* Zalessky 14.8m
5. 黄绿色粉砂岩与粉砂质泥岩互层, 间夹含砾粗砂岩。砂质泥岩中产植物“*Callipteris*” *zeilleri* Zalessky, “*Callipteris*” *acutifolia* Radczenko, *Koretrophyllites deliquescens* (Goeppert), *Cladophlebis tarimensis* Shen sp. nov., *Taeniopteris* sp., *Rhipidopsis* sp. (cf. *R. panii* Chow), *Cordaites* (*Noeggerathiopsis*) *subangusta* Zalessky, *Ginkgoites* sp. 12.7m
4. 紫红色粉砂质粘土 6.4m
3. 浅黄色薄层粉砂岩 3.6m
2. 灰白色粉砂岩夹粉质粘土 3.4m
1. 灰黑色粉砂质页岩, 局部含砾 7.4m

——不 整 合——

下伏地层: 华力西晚期花岗岩

上述剖面上二叠统总厚仅 65m, 向东至比尤勒包谷孜干沟一带, 厚度增至 286m, 但两地岩性、层序及所含植物群面貌相同。

从上述剖面的岩性及植物分子看, 塔西北地区下二叠统是个近海的较湿热环境的河湖相沉积, 而上二叠统则为远离海洋, 较干燥而温和的气候环境下的内陆河湖相沉积。

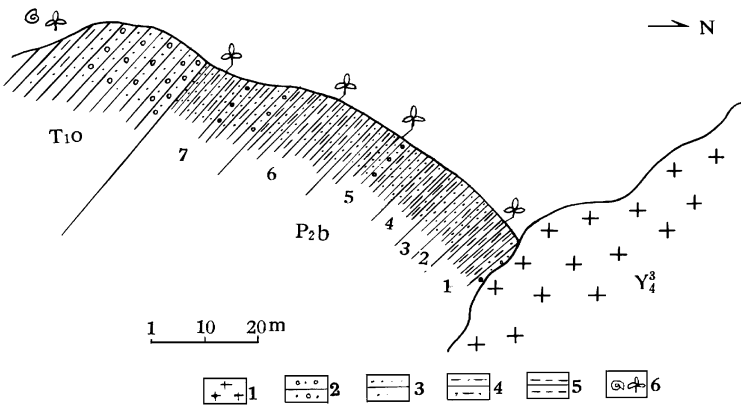


插图 1 库车河附近晚二叠世比尤勒包谷孜组剖面

Profile section of the Late Permian Biyouleibaoguzi Formation in Kuqa River Region

1. 花岗岩, 2. 砾岩及含砾粗砂岩, 3. 砂岩, 4. 砂质泥岩, 5. 页岩, 6. 动植物化石。

2 植物群的时代及性质

塔北地区早二叠世的库普库兹满组及开派兹雷克组中发现的植物化石(包括以往正式研究过的)共计有 21 属 52 种(包括未定种)分属于下列门类:

1. 石松纲(Lycopsida) *Lepidodendron* sp. 1, *L.* sp. 2, *Stigmaria ficoides* Brongniart, *Bergeria* sp., *Knorria* sp.
2. 楔叶纲(Sphenopsida) *Sphenophyllum minor* Sternberg, *S. verticillatum* Brongniart, *S. neofimbriatum* Boureau, *Bowmanites* sp., *Calamites* cf. *cruciatum* Sternberg, *C.* cf. *cistii* Brongniart, *Calamostachys* sp., *Paracalamites stenocostatus* Gu et Zhi, *P. decoratus* (Eichw.) Zalesky, *P.* cf. *stenocostatus* Gu et Zhi, *P.* cf. *tenuicostatus* Neuburg, *P. kalpinensis* Wu sp. nov., *Annularia stellata* (Schl.) Wood, *A. gracilescens* Halle, *A.* cf. *gracilescens* Halle, *A.* cf. *mucronata* Schenk, *A. stellatoides* Neuburg
3. 真蕨和种子蕨纲(Filices et Pteridospermopsida) *Sphenopteris kalpinensis* Wu sp. nov., *S. grabau* Halle, *S. tenuis* Schenk, *S. gothanii* Halle, *Sphenopteris* (*Palmatopteris*?) sp., *Pecopteris hemitelioides* Brongniart, *P. moneyi* Zeiller, *P. anderssonii* Halle, *P.* (*Asterotheca*) *orientalis* (Schenk) Potonie, *P.* cf. *taiyuanensis* Halle, *P.* cf. *huichensis* Hsu, *Pecopteris* sp. 1, *Pecopteris* sp. 2, *Cladophlebis kulganensis* Wu, *Karinopteris* sp. 1, *Karinopteris* sp. 2, *Pseudomariopteris* sp., *Odontopteris* sp., *Autunia conferta* Kerp, *Rhachiphyllum schenkii* (Heyer), *R.* cf. *schenkii* (Heyer), *R.* sp. 1, *R.* sp. 2, *R.* sp. 3, *Dichophyllum flabellifera* (Weiss) Kerp et Haubold, *D.* cf. *flabellifera* (Weiss), *Aphlebia* sp.
4. 松柏纲(Coniferae) *Ullmannia bronnii* Goeppert
5. 科达纲(Cordaitopsida) *Cordaite schenkii* Halle, *C. principalis* Germar, *Cordaite* (*Noeggerathiopsis*) *angustifolia* Zalesky, *C.* (*Noeggerathiopsis*) *subangusta* Zalesky

库普库兹满组中的植物化石包括石松类、有节类、真蕨和种子蕨类和少量的科达类等,其植物群具有浓厚的石炭-二叠纪过渡色彩,并显示较强烈的欧美植物群面貌。其中 *Lepidodendron* sp., *Stigmaria ficoides* 为鳞木类的茎干和根座化石,在欧美地区以石炭纪最为多见,进入二叠纪后骤然减少,并在晚二叠世消失。在中国,它不但在石炭纪很繁盛,特别到早二叠世最为繁荣,在西南地区一直生存到晚二叠世晚期才消失。*Sphenopteris tenuis*, *Pecopteris hemitelioides*, *Pecopteris moneyi*, *Cordaite principalis* 等为欧美地区上石炭统和下二叠统常见分子,有的地点还见于维斯发(Westphalian)晚期地层中;在我国,这些属种大量出现在西北和华北地区的太原组和山西组中。*Odontopteris*, *Karinopteris* 在欧美一般见于上石炭统,延续到下二叠统。特别引人注目的是 *Autunia conferta* 的发现,这一植物的营养叶过去被定为 *Callipteris* 属,由于 *Callipteris* 一名是 1849 年由 Brongniart 建立,该名已在 1804 年被 Bory de St. Vincent 应用于一种现存的蕨类植物,按国际植物命名法则,同一属名不能应用于不同的植物中,由 Brongniart 建立的属名应当废弃,目前古植物学界较为统一的看法是,应归于 Krasser 在 1919 年建立的代表该类雌性繁殖器官的属名 *Autunia* (1986

年, Kerp 正式用 *Autunia conferta* (Sternberg) Kerp 代替 *Callipteris conferta* (Sternb.) Brongniart, 如果没有发现雌性繁殖器官时, 则采用 *Rhachiphyllum* 等形态属名。这两种类型的化石在四石厂均有发现。早在本世纪三十年代, *Callipteris conferta* 在地层中的首次出现, 曾被确认为二叠纪沉积已开始的重要标志, 该种植物是欧美地区划分石炭-二叠纪陆相地层界线的重要标志化石。据 Kerp(1988) 的最新总结, 证明 *Callipteris conferta* 是西欧早二叠世最重要的标准化石之一。因此, 根据植物化石所提供的时代依据, 库普库兹满组以属于早二叠世早期为宜。在该植物群中, 以栉羊齿、鳞木及美羊齿类的奥通蕨最为繁盛, 并具有时代意义, 因此可以认为, 库普库兹满组植物群的植物组合代表分子为 *Pecopteris hemitelioides*-*Lepidodendron* sp.-*Autunian conferta* 组合。

开派兹雷克组下亚组植物群总的面貌与下伏库普库兹满组植物群十分相似, 但比后者繁盛得多, 他们均以欧美型植物分子占优势, 如 *Sphenophyllum verticillatum*, *Annularia stellata*, *Sphenopteris tenuis*, *Pecopteris hemitelioides*, *P. moneyi*, *Ullmannia bronnii*, *Cordaitea principalis*, *C. schenkii* 等, 这些分子在欧美地区的晚石炭世至早二叠世地层中是常见分子, 有些分子如 *Ullmannia bronnii* 仅产于早二叠世地层中; 而在我国的西北及华北的晚石炭世至早二叠世地层中也会经常见到这些植物, 唯 *Ullmannia bronnii* 的一个相似种在我国广西的晚二叠世大隆组见到, 在新疆吐鲁番的早二叠世见到该种的可疑分子。还有一些植物如 *Annularia gracilescens*, *Sphenopteris grabaui*, *Sphenopteris gothanii*, *Pecopteris anderssonii*, *P. (Asterotheca) orientalis* 等种在华北最繁盛于早二叠世(山西组和下石盒子组), 一直延续到晚二叠世早期(上石盒子组); 华南的龙潭组及西北甘肃等地的大黄沟组, 它们虽然不是华夏植物群中的代表分子, 但在一定程度上反映了开派兹雷克组植物群与华夏植物群有一定的亲密关系; 除上述欧美型植物分子外, 还有大量的 *Rhachiphyllum* (= *Callipteris*) 叶部化石发现, 并获得了它的雌性繁殖器官 *Autunia*, 这对 *Callipteris conferta* 的确定提供了确切证据; 上文已指出, *Callipteris conferta* 是欧美区陆相下二叠统最重要的标准化石之一, 它在开派兹雷克组下亚组的发现, 表明该组下亚组乃是早二叠世早期沉积。

开派兹雷克组上亚组出现少许的亚安加拉植物分子, 如 *Paracalamites* cf. *tenuicostatus*, *P. decoratus*, *Cordaitea (Noeggerathiopsis) angustifolia*, *C. (N.) subangusta* 等, 其中 *P. tenuicostatus* 在库兹 茨克地区主要分布于二叠系顶部, 该种与我国南方晚二叠世宣威组的 *Paracalamites stenocostatus* 区别很小, 该种在温宿县沙瓦布其的下二叠统库尔干组及库车河沿岸上二叠统的比尤勒包谷孜组中均有发现, 说明该种在划分二叠系时作用不大。 *Paracalamites decoratus* 见于乌拉尔, 伯绍拉盆地及通古斯盆地的早二叠世地层, 而 *Cordaitea (Noeggerathiopsis) angustifolia* 和 *Cordaitea (N.) subangusta* 等, 后者为西伯利亚库兹 茨克盆地晚石炭世至早二叠世地层(上、下巴拉洪组)的常见种。这些分子的出现, 说明产这些植物化石的所在地层。时代为早二叠世; 而且说明, 亚安加拉植物群分子与欧美型植物分子在开派兹雷克组上亚组已经相互交混, 这个特征也是哈萨克斯坦南部早二叠世植物群的重要特点。

根据植物群所在开派兹雷克组中的层位及其内容可以分为 2 个组合, 其中下亚组(碎屑岩段)中的植物面貌极似库普库兹满组的, 其时代很有可能为早二叠世早期, 下亚组的组合

代表为: *Pecopteris hemitelioides*-*Annularia stellata*-*Rhachiphyllum* sp. 组合, 与库普库兹满组植物组合内容基本相同; 而其上的上亚组(玄武岩段)出现了一些亚安加拉植物分子, 因此, 上亚组的植物组合代表为: *Sphenophyllum verticillatum*-*Paracalamites* sp.-*Cordaites* (*Noeggerathiopsis*) *subangusta* 组合, 显示了欧美植物群分子与亚安加拉植物群分子共生的特点。

在库车河一带比尤勒包谷孜干沟的比尤勒包谷孜组产下列植物化石, 分属 5 个纲 11 个属 19 个种(包括 6 个未定种)。

楔叶纲(Sphenopsida) *Paracalamites* cf. *tenuicostatus* Neuburg, *Koretrophyllites deliquescens* (Goeppert), *Schizoneura manchuriensis* Konno

真蕨和种子蕨纲(Filices et Pteridospermopsida) *Cladophlebis tarimensis* Shen sp. nov., *C.* sp. 1, *C.* sp. 2, *Iniopteris sibirica* Zalesky, *Taeniopteris* sp., *Comia tarimensis* Wu, *C. Kuqaensis* Wu, *Comia microphylla* Huang, “*Callipteris*” *zeilleri* Zalesky, “*Callipteris*” *acutifolia* Radczenko

苏铁纲(Cycadopsida) *Sphenozamites kuqaensis* Shen sp. nov., *Yavorskyia mungatica* Radczenko

银杏纲(Ginkgopsida) *Rhipidopsis* sp. (cf. *Rhipidopsis panii* Chow), *Sphenobaiera* sp., *Ginkgoites* sp.

科达纲(Cordaitopsida) *Cordaites* (*Noeggerathiopsis*) *subangusta* Zalesky, *C.* (*N.*) *angustifolia* Zalesky

上述植物化石表明, 这个植物群与早二叠世植物群相比, 有了明显的不同, 主要表现在欧美植物群分子不复存在, 几乎完全被安加拉植物群所代替。安加拉区晚二叠世特有的以具大型小羽片为特征的美羊齿类植物, 如“*Callipteris*” *acutifolia*, “*C.*” *zeilleri* 等在比尤勒包谷孜组中很发育。这种类型的植物经 Meyen (1969) 研究证明, 它的角质层构造与欧美植物区的美羊齿类明显不同, 因此 Meyen 将其归于他创立的亚属 *Foenia* 内, 仍归入盾形种子蕨科。“*Callipteris*”作为安加拉植物区陆相上二叠统的标准化石, 它的出现与消失, 是划分上二叠统顶底界线的重要标志之一, 而“*Callipteris*” *zeilleri* 存在于整个晚二叠世, 更是其中的代表种之一, 在我国, 它曾发现于小兴安岭东南部上二叠统的红山组; 在新疆北部广布于上二叠统, 如吐鲁番盆地苍房沟群的中、下部(黄本宏, 1977; 孙阜生, 1986)。 *Yavorskyia mungatica* Radczenko 是安加拉植物群中的特有分子, 在库兹 茨克盆地中存在于也鲁柯夫组顶部; 也出现于吐鲁番盆地苍房沟群顶部的锅底坑组, 该种在比尤勒包谷孜组的发现, 为其植物群的时代提供了确切的证据。 *Iniopteris* 作为一个特异的安加拉植物分子, 在库兹 茨克盆地也鲁柯夫群的中上部发现。该化石在我国小兴安岭的红山组, 祁连山晚二叠世晚期的肃南组及新疆北部的同时代沉积中均有发现。 *Schizoneura manchuriensis* 是华夏植物群晚二叠世的常见分子, 它曾发现于华北的上石盒子组, 福建龙岩的龙潭组, 贵州盘县的宣威组及新疆苍房沟群的中、下部。该种可能是华夏植物群的残留分子。 *Koretrophyllites deliquescens* 是安加拉植物区整个二叠世的常见分子。银杏类的 *Rhipidopsis* sp. (cf. *Rhipidopsis panii*), *Sphenobaiera* sp., *Ginkgoites* sp. 具有中生代色彩。科达类的 *Cordaites* (*Noeggerathiopsis*) *subangusta* Zalesky 在西伯利亚库兹 茨克盆地主要分布于

晚石炭世,少量到早二叠世(上、下巴拉洪组),在晚二叠世未见其踪迹。该种植物在比尤勒包谷孜组的出现,更丰富了该种的地质地理分布范围。

综上所述,比尤勒包谷孜组植物群的时代为晚二叠世,层位大致和吐鲁番盆地苍房沟群的锅底坑组和小兴安岭东南部的红山组,以及库兹—茨克盆地的耶鲁柯夫组相当。

比尤勒包谷孜组植物群体现了亚安加拉植物群色彩,在这些植物种中以“*Callipteris*” *zeilleri*, *Yavorskyia mungatica*, *Schizoneura manchuriensis* 为本组合代表分子,它们在地层中出现次数多,数量大,组合中除体现了亚安加拉植物面貌外,也反映了与华夏植物群的某种联系。

综上所述,在塔里木盆地北缘自柯坪至阿克苏一带的早二叠世库普库兹满组及开派兹雷克组下亚组中,大量出现 *Annularia stellata*, *Pecopteris hemitelioides*, *Autunia conferta*, *Rhachiphyllum* 等欧美植物群分子,仅仅到了开派兹雷克组上亚组,出现了少数亚安加拉植物群的属种,如 *Paracalamites decoratus*, *Cordaite* (*Noeggerathiopsis*) *subangusta* 等,形成了欧美植物群与安加拉植物群混生现象。在本区早二叠世植物群中至今尚未发现典型的华夏植物群分子如 *Gigantopteris*, *Gigantonoclea*, *Cathaysiodendron*, *Emplectopteris*, *Emplectopteridium*, *Tingia*, *Lobatannularia*, 以往报道的 *Lobatannularia*, *Emplectopteris* 可能分别是 *Annularia stellata* 及 *Rhachiphyllum* 等一类植物,而不是上述二属华夏植物群的典型分子。通过这次深入研究,在塔北的早二叠世地层中也发现一些华夏植物群中的常见分子,如 *Annularia gracilescens*, *Sphenopteris grabaui*, *Pecopteris anderssonii* 等,说明塔北地区早二叠世植物群与华夏植物群多少有些联系。

塔里木盆地北缘,天山南麓库车河一带的晚二叠世比尤勒包谷孜组产有较多亚安加拉植物群分子,如“*Callipteris*”, *Yavorskyia*, *Comia* 及 *Noeggerathiopsis* 等,但未发现安加拉植物群内部的重要成员,如 *Vijnovskia*, *Nephropsis*, *Rufloria* 等及亚安加拉区常见的分子 *Zamiopteris*, *Pursongia* 等,也许是采集不够所致,但已充分可以表明,塔北晚二叠世植物群性质和新疆北部的同期植物群一致,同属安加拉植物群范畴。以往报道,在塔北地区二叠纪地层中有 *Tingia* 的发现,因为未有标本图片公诸于世,它很有可能是 *Yavorskyia mungatica* 鉴定之误。*Yavorskyia mungatica* 的羽片上,在羽轴一侧的大的小羽片的上叶腋常有一枚小裂片而显现四行排列的假像(见图版 9,图 8),在标本保存欠佳时极易和华夏植物群中的典型分子 *Tingia* 相混淆。虽然在晚二叠世比尤勒包谷孜组植物群中未发现典型的华夏植物群分子,但也出现了一些华夏植物群中的常见分子,如 *Schizoneura* 和 *Taeniopteris*,当然,这些植物在亚安加拉植物群中有时也会出现。

总之,塔里木盆地北缘的二叠纪植物群的演化发展可以分成 3 个阶段,在早二叠世早期为典型的欧美植物群,到早二叠世晚期渗入一些亚安加拉植物分子,成为以欧美植物群为主体的欧美-安加拉混生植物群,最后,到晚二叠世成为典型的亚安加拉植物群。在整个二叠纪植物群中,始终伴有少数华夏植物群中非典型分子,说明塔北二叠纪植物群与华夏植物群之间尚有某种程度的交流。从二叠纪植物群的一系列演化发展看,它完全受到当时构造格局的控制,反映了塔里木地块在当时的漂移和拼合的历史。在早二叠世晚期,塔里木板块与准噶尔板块之间虽开始接触,但大部分地区尚有天山海槽相隔,而到晚二叠世,长期分隔塔里木板块和准噶尔板块的天山海槽已完全封闭,塔里木板块和准噶尔板块完全拼连一体了。

3 属种描述

石松纲 *Lycopsida*

鳞木属 Genus *Lepidodendron* Sternberg, 1820

鳞木(未定种 1) *Lepidodendron* sp. 1

(图版 I, 图 1, 2)

叶座中等大小, 横菱形或略呈横纺锤形, 螺旋状排列; 叶痕横纺锤形, 位于叶座的顶部, 约占叶座面积的 1/3, 叶痕之下的叶座表面较光滑, 仅在叶痕下侧边之下有细的纵纹; 叶痕中维管束痕三角形突起, 明显; 两侧痕不明显; 由于叶痕位于叶座之顶, 叶舌穴亦不清楚。

讨论与比较 当前描述的标本其叶座和叶痕形态颇似发育于华夏植物群的典型分子 *Lepidodendron oculus-felis*, 仅仅是叶痕在叶座中的位置偏上; 叶痕中维管束痕不呈八字形, 侧痕也不清楚。当前标本特征之一是维管束痕特别明显, 位于叶痕中间之顶部, 这种特征也许是一种保存状态。

产地层位 柯坪四石厂; 库普库兹满组上亚组, 开派兹雷克组下亚组。

鳞木(未定种 2) *Lepidodendron* sp. 2

(图版 I, 图 3)

叶座为不对称的纵纺锤形或纵菱形, 表面较光滑; 叶痕在叶座的顶部, 约占叶座表面的 2/3, 倒三角形, 上侧面呈弧形; 叶痕中三小点不清楚, 叶舌穴的位置亦为叶痕所占。

讨论 当前标本经过反复考虑后决定归于鳞木属, 如果把标本倒过来, 则叶痕在其叶座之下部, 而叶痕之顶角处常有一突起, 在突起之两侧还常有一纵形突起, 它们是否代表叶痕中的维管束痕及侧痕? 从叶座上下侧延线的形态, 从维管束痕及侧痕的位置看, 似乎不太可能属于 *Lepidophloios*, 所以, 本文还是将其归到鳞木属中。

产地层位 柯坪四石厂; 库普库兹满组。

副芦木属 Genus *Paracalamites* Zalesky, 1927

细肋副芦木 *Paracalamites stenocostatus* Gu et Zhi

(图版 II, 图 6; 图版 III, 图 1)

髓模表面具节, 节间长 5cm, 宽 1.4cm, 纵肋和纵沟直而细窄, 宽不足 1mm, 两端纯圆, 上端似具有细小的长卵形的节下痕, 细密的肋、沟在节上直通。

当前标本以其狭的茎干和长的节间, 节上纵沟和纵肋均为直接贯通过节而区别于 *Mesocalamites cistiformis* (Stur) 和 *Calamites cistii* Brongniart, 由于具平直的节和直通过节的沟肋也可与 *P. tenuicostatus* 比较。

产地层位 柯坪四石厂; 开派兹雷克组下亚组。

柯坪副芦木(新种) *Paracalamites kalpinensis* Wu sp. nov.

(图版 I, 图 7)

髓模茎干长至少 6cm, 宽 4.3cm, 具两个节, 节间长约 12.7cm, 长宽之比为 3:1; 节线平直, 纵肋宽度不一致, 一般为 1mm, 微凸, 纵肋通过节时, 大部分直通过节, 仅有少部分交错排列; 在节处, 每个纵肋的上端似有一突起, 可能为节下管痕。本种的节间比较长, 在副芦木属各种中很少见到。

比较 产于西伯利亚北部二叠纪的 *Paracalamites goeppertii* Radczenko, 其节间长度最长为 10cm, 茎干宽度最大为 6cm, 长宽之比约为 1.7:1, 而产于同一地点的另外一个种 *Paracalamites angustus* Suchov, 其节间最长者为 9cm, 最宽为 0.8cm, 长宽之比可达 11:1, 比当前标本的节间还要瘦长。

产地层位 柯坪四石厂; 开派兹雷克组下亚组。

华美副芦木 *Paracalamites decoratus* (Eichwald) Zalesky

(图版 II, 图 1; 图版 III, 图 7)

髓部分节与节间, 节间长不及 2cm, 宽 4—6cm, 这里所有照片均来自同一标本(髓部石核)的不同面; 节线清楚, 平直, 直肋和纵沟大部分直通过节; 直肋平, 宽为 1—2mm, 两端通过节线时均呈椭圆形; 纵沟宽约 0.5mm, 明显, 向下凹成浅沟, 似有节下管痕。

当前种曾被 Neuburg, 1964 发现于伯绍拉盆地早二叠世地层, 我们的标本极似他的图版 8 图 2, 具有宽的节线, 短的节间, 直肋平坦, 似有节下管痕, 在归于这个种的所有图版中, 直肋和纵沟形态大小完全不一样, 有的纵沟突起, 直肋凹下, 似组成井字形网格, 有可能是照相的光线不一样, 同时也说明这个种的变异较大。当前种在温宿沙瓦布其下二叠统的库尔干组中亦有发现。

产地层位 柯坪四石厂; 开派兹雷克组上亚组。

细肋副芦木(比较种) *Paracalamites cf. stenocostatus* Gu et Zhi

(图版 I, 图 6; 图版 II, 图 2)

茎干髓模分节与节间, 节间长 3—4.5cm, 宽度不明, 但至少 5cm 以上, 节线平直, 纵肋平而狭, 宽度常常在 1mm 以下, 两端较钝, 在纵肋的上部, 节线之下常有一细小的纵卵形的节下管痕; 纵沟十分明显, 宽度也不超过 1mm; 纵肋和纵沟通过节时, 绝大部分直通过节, 仅个别的直肋上下节间通过节时互相交错。

当前标本除节间较短, 图版 II, 图 2 的纵肋和纵沟略宽外, 其余特征皆相同于 *P. stenocostatus* Gu et Zhi。

产地层位 柯坪四石厂; 库普库兹满组上亚组, 开派兹雷克组下亚组。

窄肋副芦木(比较种) *Paracalamites cf. tenuicostatus* Neuburg

(图版 II, 图 3)

不完整的茎干髓模化石, 节间长度不明, 超过 6cm 以上, 宽近 1.4cm; 沟肋清楚, 纵沟宽约 1mm, 较为宽平, 纵肋约 0.5—0.7mm 宽; 纵沟和纵肋在节上多数直通; 节下管痕隐约可见。

讨论 本种是 Neuburg 在研究库兹 茨克晚古生代植物群时创立的新种(Neuburg,

1948, 63 页, 图版 7, 图 3), Neuburg 给这个新种作了规定, 其节间长度为 8—8.7cm, 茎干宽度为 5—6cm, 宽长比例为 1:1.2—1.8 左右; 纵肋宽度为 0.1—0.5cm, 纵沟宽度为 0.05—0.075cm。很明显, 当前的标本与模式标本是不完全一样的。

产地层位 柯坪四石厂; 开派兹雷克组上亚组。库车库车河; 比尤勒包谷孜组。

芦木属 Genus *Calamites* Suckow, 1784

十字芦木(比较种) *Calamites* cf. *cruciatum* Sternberg

(图版 II, 图 4, 5)

两块髓部石核的压平印痕标本, 最好的一块(图 4)可见到 3 个节间和 4 个节, 节间的宽大于其长, 两个标本的节间长度为 2cm—3cm, 宽度为 3.5cm—4cm; 节部收缩, 直肋和沟十分明显, 通过节部时上下交互错列, 直肋表面较平, 但其宽度不完全相同, 到节部时略收缩, 顶端钝圆, 未发现枝痕。

讨论 当前标本以其节部收缩的特点, 与十字芦木一样, 但十字芦木十分明显的, 呈梅花五点式排列的枝痕(quinquuncial)在我们的标本上未能证实。

当前标本的节间宽大于长, 直肋颇平, 其顶端靠近节处似有一椭圆形节下管痕, 直肋和直沟均较狭窄, 这些特征都非常相似于 *Calamites cistii* Brongniart (Brongniart, 1828, 129 页, 图版 20), 但后者的一个重要特征是节部不收缩(Bell, W. A., 1944, 97 页), 因此, 难以归到 *Calamites cistii* 种内。

产地层位 柯坪四石厂; 库普库兹满组上亚组。

细尖芦木(比较种) *Calamites* cf. *cistii* Brongniart

(图版 I, 图 8)

髓模化石具 4 个节和 5 个节间, 茎干在节部不收缩, 节间长约 2cm, 宽为 3cm, 节间宽度大于长度; 直肋较扁平, 每一直肋的两端钝圆或较尖, 上端具一不太明显的椭圆形的节下管痕; 两节间的直肋在节处作交互错开的形状, 也有部分直肋是直通过节的。在节处尚可见到部分枝痕, 直沟的双线状不明显。

讨论 当前标本除节下管痕及直沟的双线状不太明显外, 其余特征与 *Calamites cistii* Brongn. 的模式标本特征较为一致(见 Brongniart, 1828, 图版 20; Kidston and Jongmans, 1915, 图版 95, 图 4; 另见 Crookall, R., 1969, 641 页, 插图 183), 当前标本特别相似于 Brongniart, 1828, 图版 20 的图 4。

产地层位 柯坪四石厂; 开派兹雷克组下亚组。

楔叶属 Genus *Sphenophyllum* Brongniart, 1822

轮生楔叶 *Sphenophyllum verticillatum* (Sch1.) Brongniart

(图版 III, 图 5)

归于这个种的标本仅有 1 块, 茎干较细狭, 具有数条细沟, 长约 8cm 以上, 茎干上有 7 个节和 8 个节间, 节间长约 1.0—1.5cm, 每个节上具 6 枚叶, 每枚叶子比节间短, 匙形或短的截形, 前端椭圆形, 具很细的齿; 6 枚叶组成 3 对叶, 下面的一对略略比其它两对小, 指向

下侧,上两对叶的上侧也略略显示出不是很清楚的叶隙;每个叶具有一条单脉,然后不断地二歧分叉,基本上平行于两侧叶缘而直达叶的前缘,每条叶脉伸至前缘时略略突出,在标本保存较好及岩性较细时可以见到一些细齿。

讨论 Halle(1927)归于这个种的标本中,有 3 对型叶比较明显,上叶隙约有 90° 的标本(Halle, 1927, 图版 8, 图 6)以及 3 对型叶大小比较一致,下侧一对叶略略小于上两对叶的标本(Halle 1927, 图版 8, 图 8)均归于这个种内,当前的标本极似 Halle(1927)的图版 8, 图 8 以及斯行健(1989)的图版 12, 图 1—2, 都是下对叶不是很明显的小于上两对叶,叶隙也不很明显的标本。

产地层位 柯坪四石厂;开派兹雷克组。

楔叶穗属 Genus *Bowmanites* Binney, 1871

楔叶穗(未定种) *Bowmanites* sp.

(图版 IV, 图 1, 2)

孢子叶穗顶生,圆筒状,长至少 3cm,宽 5cm,有多轮孢子叶着生在较纤细的中轴上,孢子叶最初垂直于中轴,然后强烈地向上弯曲,孢子叶的长度大约 2 倍于“节间”的长度。苞片在基部可能互相连着,孢子囊着生情况不明,在显微镜下观察,它似乎着生于苞片的腹面上,因而归于 *Bowmanites*。

另一块孢子叶穗保存略好一些,直径约 1.2cm,长为 4.5cm 以上,穗轴直径大约 0.4cm,轴上具纵肋;节间长 0.4cm,苞片在基部联合并几乎垂直于穗轴,自穗轴伸出后并向上弯曲,苞片顶端呈锥针状,不覆盖上一轮苞片;孢子囊柄自苞片腹部伸出,孢子囊不清楚。这块标本除穗轴节间的长度大于疏松楔叶穗,苞片顶端略向外弯外,其余特征与 *Bowmanites laxus* Halle 很接近,因保存不太清楚,因而未归于 *B. laxus* Halle。

Bowmanites 属虽为楔叶类植物的孢子囊穗化石,由于它是 Binney 1871 年创立的,它跟 *Sphenophyllostachys* 为同物异名,而后者由 Seward 1898 年创立,根据优先律, *Bowmanites* 有效,因此,目前许多著名的古植物学者均用 *Bowmanites* 一名。

产地层位 阿克苏沙井子,开派兹雷克组下亚组。

轮叶属 Genus *Annularia* Sternberg, 1821

纤细轮叶 *Annularia gracilescens* Halle

(图版 III, 图 4)

归于本种的标本只有 1 块,显示了该种的一小枝,约 10cm 长,每一节处具一叶轮;叶为线形至倒披针形,顶端尖锐,最宽处常在叶的中部,具一中脉,常不很明显;每轮叶的叶数大约 15—18 枚,下部较多,叶也较长,向枝顶端逐渐减少,叶也较短,散布在和枝轴几乎相同的一个平面上;叶轮的圆形不完整,向着小枝的顶部有一个宽的空隙,叶大都指向两侧和下方,叶轮的空隙,宽窄不一,上一叶轮向下指出的叶,刚刚补充着位于其下的一个叶轮的空隙,这样形成了一个标准的叶镶嵌。

当前的标本和 Halle(1927, 31 页, 图版 6, 图 1, 3, 4)描述的山西中部下石盒子组中的模式标本完全一致。

产地层位 柯坪四石厂;开派兹雷克组下亚组。

星轮叶 *Annularia stellata* (Schl.) Wood

(图版Ⅲ, 图 2, 3; 图版 V, 图 8)

属于本种的标本较多。这里仅是其中的几块。叶轮较大, 每轮叶有 20—24 枚, 同一叶轮的叶近等, 大约 3—3.5cm, 倒披针形至线形, 顶端较尖, 基部连合呈一领环, 叶的最宽处位于叶基至叶端的 2/3 处, 中脉较宽, 约 0.3—0.5mm, 约占整个叶宽的 1/5—1/4; 同一枝上, 每一叶轮的叶其长度不完全一致, 它们向各个方向伸展, 呈放射状排列, 并位于同一层面上。

讨论 当前标本就其叶轮大小, 叶的长度和宽度, 排列方向等特征与发现于美国俄亥俄州 Kimberly 的 Allegheny 组最上部归于本种的标本 (Abbott, 1958, 图版 41, 图 58) 一致, 美国的标本每轮叶有 20—28 枚, 叶长 2.4—3.8cm, 分布在一个平面上, 正常的叶其叶端均较尖。当前标本的某些叶轮似有上叶缺或下叶缺, 可能是保存关系, 这种叶轮形态颇似 Gothan 和 Remy 1957 年发表的归于本种的标本 (见 Remy, R. et V., 1959, 77—78 页, 图 58a, b), 在他们的标本上, 某些叶轮也似有上叶缺或下叶缺的存在。在新疆以往的文献中发生过瓣轮叶 (*Lobatannularia*), 很有可能是保存有这种叶轮形态的星轮叶的误定。

产地层位 柯坪四石厂;开派兹雷克组下亚组。

帚叶属 Genus *Koretrophyllites* Radczenko, 1955

伞状帚叶 *Koretrophyllites deliquescens* (Goeppert)

(图版Ⅳ, 图 3—5)

茎(或枝)分节与节间, 表面具细纵肋, 纵肋在节处不清楚, 离节线向上则较明显。10—15 枚大小近等的线状叶基部连生呈一轮; 叶的长度大于节间之长, 每一叶片具一单脉贯通叶片。叶长 3cm 左右, 宽仅 0.3mm。

讨论 当前标本未见孢子囊保存。 *Koretrophyllites deliquescens* 以前曾被归为 *Phyllothea* 属中, 因孢子囊在节间下部环绕排列呈数轮而与 *Phyllothea* 不同。Meyen (1971) 一度认为 *Koretrophyllites deliquescens* 是 *Phyllothea* 的侧枝, 后又认为 (Meyen, 1982) 应归于 *Phylloptys* 中。在无孢子囊保存时, *Koretrophyllites* 节间下部不显纵肋和纵沟, 可与 *Phyllothea* 相区别。

产地层位 库车县库车河;比尤勒包谷孜组。

裂鞘叶属 Genus *Schizoneura* Schimper et Mougeot, 1844

东北裂鞘叶 *Schizoneura manchuriensis* Kon'no

(图版Ⅲ, 图 8; 图版Ⅳ, 图 6, 7)

枝(茎?)分节与节间, 节面具细纵纹, 纵纹在节处上下贯通。10—18 枚叶组成一叶瓣, 叶瓣基部呈叶鞘状, 抱茎状着生于节的两侧, 两侧的叶瓣对生。叶瓣长椭圆形, 宽 12—16mm, 长 50—55mm, 叶瓣顶部可不规则开裂。叶细长, 表面平, 具单脉。

讨论 以往在本组地层中曾记载过 *Schizoneura linshanensis* Feng et Mong, 该种是冯少南等 (1977) 发现于广西灵山县那罗地区龙潭组 (P₂¹) 的新种, 该种每轮叶有 20 枚, 叶宽

25mm, 叶长 70mm 以上, 每个叶片上还具有 16 条平行的纵纹。当前的标本其每轮叶数, 叶长和叶宽虽然变化也大, 但大都小于 *Schizoneura lingshanensis* 这个种, 而 *Schizoneura manchuriensis* Konno 的每轮叶数也有变化, 可以有 8—16 枚叶, 而每个叶片也有许多平行的纵纹(见中国古生代植物, 图版 35)。

产地层位 库车县库车河;比尤勒包谷孜组。

真蕨纲和种子蕨纲 Filices et Pteridospermopsida

楔羊齿属 Genus *Sphenopteris* (Brongniart) Sternberg, 1822

柯坪楔羊齿(新种) *Sphenopteris kalpinensis* Wu sp. nov.

(图版 V, 图 2, 3)

蕨叶至少三次羽状复叶, 末二级羽轴光滑, 有纵脊和纵沟贯穿其中, 纵脊突起十分明显, 宽约 2—3mm, 侧边压平而成翼状;末级羽轴几乎对生, 以 80°角自末二级羽轴上伸出后逐渐向下弯曲, 整个羽片几乎垂直于末二级羽轴上;末次羽片呈披针形, 或长三角形, 在末二级羽轴的两侧发育似乎不一致, 左侧较发育, 似乎代表 *Palmatopteris* 二歧分枝型式的左侧的一枝。末次羽片互生或亚对生, 有 7—10 对小羽片;小羽片彼此紧靠, 以约 40°—60°的角自羽轴上伸出, 其形状无规律可循, 由三角状卵形至三角状披针形, 基部较宽, 但大部分突然收缩而以基部正中一小部分着生于轴上, 也有一小部分以较宽的基部着生于羽轴上;小羽片顶端宽圆, 两侧边有时深裂而为圆裂片, 清楚的中脉自轴上伸出后即两歧分枝, 每一圆裂片中有一侧脉, 侧脉伸出后分叉一次, 有的前枝再分叉一次, 直达圆裂片顶端;有的小羽片边缘仅微裂成宽圆的波浪状并缓缓地向着蕨叶的顶端或羽片的顶端变成全缘形, 一条侧脉分出后分成 3—4 条同样强的支脉直达叶缘。生殖部分未见到。

讨论 当前标本的羽轴上具有纵脊, 接近于对生的末二次羽片, 有的小羽片基部收缩成“柄”状、中脉下延、侧脉分叉、边缘波状或形成圆裂片的这些特点非常相似于 *Sphenopteris gothanii* Halle (Halle, 1927, 66 页, 图版 14;图版 15, 图 10—14;图版 64, 图 5)。但当前标本的末二次羽片彼此紧靠, 甚至互相重叠;有部分小羽片以较宽的基部着生在羽轴上;小羽片形态和大小变化较大;羽片和小羽片比较大;侧脉的分叉形态也与 *Sphenopteris gothanii* Halle 不同。

产地层位 柯坪四石厂;开派兹雷克组下亚组。

卵楔羊齿 *Sphenopteris grabau* Halle

(图版 V, 图 4, 5)

仅保存 3 枚互相平行的末次羽片, 估计它们以比较大的角自末二级羽轴上伸出, 披针形或剑形, 长 5.5cm 以上, 靠基部宽约 2.5cm;羽轴上似有纵纹;羽片下部的小羽片常深裂成 4—6 对圆裂片, 靠近羽片顶端的小羽片边缘浅裂或全缘;小羽片长 5—15mm, 宽 4—5mm, 长三角形, 顶部钝圆, 基部收缩, 其下侧边基部收缩后又微微下延;中脉清楚, 以狭角伸出, 侧脉亦以狭角伸出;分叉一次, 有时前支再分叉一次;叶膜较薄, 侧脉不十分清楚。

讨论 当前标本无论是羽片形态, 小羽片分裂成裂片或顶部为浅裂和全缘的形态以及叶脉分布情况颇与发现于山西太原下石盒子组的 *Sphenopteris grabau* (Halle, 1927, 60 页,

图版 13, 图 8, 9) 一致, 虽然标本中未保存末二级羽轴, 但可以看出, 当前标本上下部的末次羽片中, 基部和中部的小羽片几乎全部分裂成圆裂片, 仅在上部或顶部, 小羽片的边缘为浅裂或全缘形; 而在标本的上部的末次羽片中, 小羽片的边缘未见到深裂的圆裂片, 仅仅为浅裂或全缘形的边缘, 反映了当前种的特征。

产地层位 柯坪四石厂; 库普库兹满组上亚组。

纤弱楔羊齿 *Sphenopteris tenuis* Schenk

(图版 V, 图 6, 7; 图版 VI, 图 2 左侧, 6)

当前标本仅保存了末次羽片, 羽轴较光滑, 轴二侧边似呈翼状; 末次羽片全貌不清楚; 小羽片以 30° — 40° 角自羽轴伸出, 长披针形, 顶端较尖, 基部收缩后又微微下延, 位于羽片中下部的小羽片有时深裂成单个三角形裂片, 或边缘成锯齿状, 愈向羽片顶端其小羽片基部逐渐连合, 最后成为全缘的小羽片。叶脉大部分不清楚, 在图版 VI, 图 2, 6 中, 叶脉较细, 中脉清楚, 侧脉分叉 1—2 次, 十分稀疏。

讨论 由于 Schenk 所命名的 *Sphenopteris tenuis* (Schenk, 1883, 226 页, 图版 30, 图 2, 3) 的种模标本非常破碎, 因此, 对于这个种的特征后人多有补充 (Halle, 1927, 58 页, 图版 15, 图 15—17; 斯行健, 1989, 22 页, 图版 24, 图 1—6, 3a, 5a 等), 当前的标本, 特别是图版 VI, 图 2, 6 的特征是与斯行健的图 3a, 5a 一致的。

Halle (1929, 图版 1, 图 1—3) 曾发现该种的末级羽轴上具有卵形至长卵形, 长约 4—5mm, 宽约 2—2.5mm 的种子, 当前这些标本上未见到。张泓 (1987, 201 页, 图版 12, 图 1—3) 曾在山西平朔山西组中找到一些蕨叶标本, 其形态特征颇似 *Sphenopteris tenuis* Schenk, 但其实羽片上, 位于小羽片前端背面中脉上长有直径约 1mm 的圆形孢子囊群, 因而张泓为此类标本命名一新种名为 *Sphenopteris paratenuis* 以示属于真蕨类。当前有些标本上, 其小羽片端点亦有黑点, 与孢子囊群十分相似, 经实体镜下观察, 实为一部分炭质膜保留在标本上之故。

产地层位 柯坪四石厂; 库普库兹满组上亚组, 开派兹雷克组下亚组。

楔羊齿 (未定种) *Sphenopteris* sp.

(图版 IV, 图 8—10; 图版 V, 图 8; 图版 VI, 图 1)

羽状复叶, 末二次羽片宽约 8cm, 长度不明; 羽轴不很直, 轴上略具纵纹, 宽约 2—3mm, 轴上互生有披针形的末次羽片。末次羽轴上对生或亚对生有 4 对羽片, 羽片互相紧挤或略有分开, 呈伸长的三角形或长椭圆形; 每个羽片也着生有 4—5 个对生或互生的小羽片, 小羽片倒三角形, 顶端钝, 基部下延, 并深裂为 3—5 个裂片; 裂片向前和左右伸展, 每一裂片中有 1 条叶脉, 裂片约 1—2mm 长, 顶端较钝或呈截形。

图版 V, 图 8 的标本较小且比较破碎, 羽片轴较粗, 似有纵纹, 宽约 1mm; 小羽片互生, 合轴或二歧分叉深裂成倒楔形裂片, 每一裂片中隐约见到扇形叶脉。

讨论 当前标本骤看起来颇似产于早石炭世或晚石炭世早期的某些属种, 如 *Sphenopteridium*, *Sphenopteris*, *Diplotmema*, *Palmatopteris* 等, 与这些属的某些种多少有些类似 (参阅 Kidston, 1923, 90 页, 图版 19, 图 5, 5a, 84 页, 图版 14, 图 3a, 3b, 3; Remy, W. et

R., 1959, 129—130 页, 图版 96; Brongniart, 1828, 179 页, 图版 49, 图 4, 5), 但当前标本小羽片的裂片顶端较钝, 分裂次数及方式也略有不同, 时代也不一样, 因此, 将其归到比较笼统的属名中比较合适。

当前标本的小羽片掌状分裂成 4—6 个楔形裂片的形态也颇与 *Dichophyllum* 属的某些种相似, 但 *Dichophyllum* 属是从 *Callipteris* 属中分出的, 其重要特征是羽轴上具间小羽片, 当前标本不具备此特点, 在放大的图版 IV, 图 10 上, 羽轴的左侧下部似有从羽轴上伸出的小羽片, 但放大后仔细观察, 显然是两者正巧重叠的缘故。

产地层位 柯坪四石厂; 库普库兹满组下亚组。

栉羊齿属 Genus *Pecopteris* Brongniart, 1822

东方栉羊齿(星囊蕨) *Pecopteris orientalis* (Schenk) Potonie

(图版 VI, 图 7, 8)

归于本种的标本较多, 至少二次羽状复叶; 末次羽轴粗壮, 与羽片和小羽片大小相比, 主轴显得特别宽阔, 在图 8 右上角的末次羽轴宽至少 3—4mm; 末次羽片线形, 以 60°—70°角着生于羽轴腹面的两侧边, 顶端保存均不全。小羽片紧密排列, 或互相紧靠, 侧边互相平行, 基部下侧边沿轴略下延, 而小羽片基部下侧边略突起而收缩, 顶端宽圆, 最大的小羽片长约 7mm, 宽为 1—1.5mm; 中脉较清楚, 略下延, 侧脉亦有从下延部分伸出, 其余侧脉较稀疏, 自中脉伸出后侧脉分叉一次, 有时前支偶尔再分叉一次, 有时侧脉不分叉。

图版 VI, 图 7 为两枚末次羽片, 也许共同出自于右侧的主轴上, 线形或线状披针形, 整个长度不明, 与主轴的着生方式因覆盖而不清楚; 小羽片舌形或长卵形, 顶端钝圆, 基部微微下延, 有时基部互相连合, 部分小羽片的基部下侧先收缩再下延, 略呈一凹缺。中脉略粗于侧脉, 下延, 由于受外力影响, 小羽片与羽轴着生角度颇不一致, 中脉自轴上以锐角伸出后, 马上向两侧以不同角度伸展。侧脉不分叉或在接近中脉处分叉一次, 基部下边第一侧脉自中脉的下延部分伸出, 偶尔再分叉一次。

当前这些标本各方面特征与 Halle (1927, 73—76 页, 图版 16, 图 4; 图版 17, 图 1—2) 几乎一致, 唯小羽片略长一些, 有的小羽片其叶脉不清楚。当前有些标本在小羽片形态、大小、中脉伸展及下延情况相似于 *Pecopteris anderssonii* (Halle, 1927, 78 页, 图版 18), 但后者侧脉分叉次数较多, 叶脉较密。

产地层位 柯坪四石厂; 开派兹雷克组下亚组。

基连栉羊齿 *Pecopteris moneyi* Zeiller

(图版 VII, 图 1, 2)

二次羽状复叶, 长宽均不明, 羽轴有纵沟, 略弯; 末次羽片互生, 以近直角伸出, 线形或线状披针形, 长度不明; 小羽片互生, 以宽角与末级羽轴相交, 舌形或长卵形, 长约为宽的 2—2.5 倍。两侧边近平行, 顶端钝圆, 基部下延并连结成狭翼。中脉略粗于侧脉, 基部下延, 侧脉直或略呈弧形, 小羽片基部下行第一枝侧脉不从下延部分伸出, 侧脉常不分叉或偶尔分叉一次。

比较 当前标本上述的许多特征是与 *Pecopteris moneyi* 一致的, 唯小羽片顶端略收缩,

因而部分小羽片两侧不太平行,但这一点不足以将当前标本与 *Pecopteris moneyi* 分开的。

当前标本的某些特征也相似于 *Pecopteris sahnii* Hsü,唯后者小羽片基部不连结成狭翼状,中脉下延不太明显,但小羽片基部下侧第一条侧脉则很明显地是从中脉下延部分伸出的。

当前标本的小羽片短而粗,中脉下延,侧脉有时分叉,因而也不能把当前标本归到 *Pecopteris hemitelioides*。

产地层位 柯坪四石厂;库普库兹满组,开派兹雷克组下亚组。

简脉栉羊齿 *Pecopteris hemitelioides* Brongniart

(图版Ⅳ,图 12)

末次羽片 1 枚,呈线形,长 3cm 以上;小羽片斜生,长舌形,长几达宽的 3 倍,两侧边近平行,顶端钝圆;中脉十分明显,直达小羽片的顶端;侧脉斜生,直而不分叉,直达叶缘,小羽片的中脉两侧约有侧脉 7—8 条。

产地层位 柯坪县四石厂;库普库兹满组,开派兹雷克组下亚组。

镰刀栉羊齿 *Pecopteris anderssonii* Halle

(图版Ⅳ,图 11)

几枚末次羽片;小羽片紧密地排列于羽轴两侧,镰刀形,彼此相互接触或略离开,与羽片轴成 60° — 70° 角,基部微下延,顶端钝而圆。中脉较清楚,亦向下延,并微弯向顶端。侧脉以 40° — 50° 角自中脉伸出,弯向两侧,接近中脉伸出处分叉一次,前支再分叉一次或两枚叉枝再分叉一次。

当前标本以其紧密排列的小羽片,小羽片呈镰刀形,中脉清楚,并几伸达叶缘,侧脉下延,分叉较多、较密为其特征。

产地层位 柯坪四石厂;开派兹雷克组下亚组。

会译栉羊齿(星囊蕨)(比较种) *Pecopteris cf. huichensis* Hsü

(图版Ⅵ,图 9)

末次羽片披针形,长 5cm,宽 1.2cm;小羽片垂直羽轴,长舌形,长约 5.5mm,宽为 2.5mm,顶端钝圆,叶膜突起;中脉清楚、较粗,微下陷,直伸至小羽片顶端;侧脉以 45° 角伸出后即分叉一次,在小羽片基部下侧的侧脉偶尔再分叉一次,侧脉呈弧状,与叶缘几乎直交。生殖小羽片看不清楚。

当前标本的许多特点极似 *Pecopteris huichensis* Hsü,但当前种的小羽片较大,叶膜突起,侧脉分叉次数较均匀,一般都分叉一次,生殖小羽片小而不清楚。

产地层位 柯坪四石厂;开派兹雷克组下亚组。

太原栉羊齿(比较种) *Pecopteris cf. taiyuanensis* Halle

(图版Ⅶ,图 3—7)

保存几枚末次羽片,线形至披针形,羽轴直或略弯,表面较光滑。小羽片作微弱的镰刀

形、长椭圆形,顶端钝圆或略尖,基部略下延,小羽片彼此接触或略离开;中脉清楚,略向下延;侧脉以锐角自中脉伸出,弯向两侧,在接近中脉处分叉一次,前面的叉枝偶尔再分叉一次,有的侧脉不分叉,基部下延第一侧脉自中脉下延部分伸出,弯向下并分叉1—2次。

当前标本与 Halle(1927, 84 页,图版 21)归为 *Pecopteris taiyuanensis* 的模式标本特征较为一致,但当前标本小羽片较瘦长,中脉十分清楚;叶脉较疏。

图 6 的小羽片形态及脉式与图 4 相似,但叶膜较薄,侧脉伸至边缘似形成锯齿,但又与 *Pecopteris feminaeformis* Sterzel 不同,特记于本种内。

产地层位 柯坪四石厂;库普库兹满组上亚组,开派兹雷克组下亚组。

栉羊齿(未定种 1) *Pecopteris* sp. 1

(图版Ⅷ,图 1, 2)

图 1 由二侧的 3 个末次羽片及中间的 1 个末二次羽片组成,其中左侧第二个末次羽片及右侧第一个羽片的小羽片最大,可能代表蕨叶的下部分羽片及小羽片,而中间的末二次羽片可能为蕨叶顶端的羽片;小羽片长三角形或披针形,最长的小羽片为 15mm,宽为 4.5mm;中脉粗、清楚,略下延;侧脉自中脉以狭角伸出后有的即分叉一次,而后再分叉一次,靠近边缘时,个别侧脉再分叉一次;有的侧脉自中脉伸出后不马上分叉、到达中脉至叶缘的一半时分叉一次,前支再分叉一次,到叶缘时每条叶脉形成一个微弱的锯齿。

当前标本其小羽片的边缘似具细的锯齿状颇似 *Nemejcopteris* (*Pecopteris*) *feminaeformis* (Schloth.), 但后者的侧脉不分叉。

产地层位 柯坪四石厂;库普库兹满组上亚组,开派兹雷克组下亚组。

栉羊齿(未定种 2) *Pecopteris* sp. 2

(图版Ⅷ,图 8, 9)

1 块末二次羽片顶部的标本,长 3.5cm,宽约 2.5cm;末二次羽轴直,上具直肋,两侧有翼;末次羽片披针形,以 45°角自末二级羽轴上伸出,并略下延;小羽片甚小,基部互相联合;叶脉不是很清楚;中脉下延,并以 45°角伸出后向上前方伸展,在伸展过程中,约在小羽片长度的 1/5 处伸出 1 条侧脉,然后大约到达小羽片长度一半时又从中脉上伸出 1 条侧脉,并向前方伸展到达叶缘。

当前的种以其小羽片较小,叶脉简单为其特征。

产地层位 柯坪四石厂;库普库兹满组,开派兹雷克组下亚组。

枝脉蕨属 Genus *Cladophlebis* Brongniart, 1849

塔里木枝脉蕨(新种) *Cladophlebis tarimensis* Shen sp. nov.

(图版Ⅸ,图 1—4)

蕨叶至少两次羽状分裂。小羽片大,带形,互生,长 25—30mm,宽 8—10mm,整个基部着生于末级羽轴两侧,基部下延,并不收缩,两侧边略呈浅波状,顶端亚尖。中脉明显,直达小羽片顶端。侧脉锐角自中脉伸出,除上侧基部第一条侧脉二歧式分叉 3 次外,其余侧脉均二歧式分叉 2 次;侧脉第一次分叉处均靠近中脉,第二次分叉位于中脉和叶缘之间,侧脉

在叶边略显束状。

当前这一新种以小羽片较大;侧脉特殊,叶边作浅波状而区别于已知本属各种。

产地层位 库车县库车河;比尤勒包谷孜组。

枝脉蕨(未定种 a) *Cladophlebis* sp. a

(图版Ⅷ,图 3,4)

至少两次羽状复叶,末次羽片线形,排列紧凑。小羽片小,三角镰刀状。中脉细,直达叶端;侧脉稀少,中脉两侧各 5 条,均作一次分叉。标本保存不全,种名难以正确鉴定。

产地层位 库车县库车河;比尤勒包谷孜组。

枝脉蕨(未定种 b) *Cladophlebis* sp. b

(图版Ⅺ,图 1)

末次羽片的一部分。末级羽轴劲直,粗 1mm。小羽片近对生,长 13—15mm,宽 5mm,两侧边大部平行,顶端钝,基部不下延,亦不收缩。中脉明显,伸至叶端;侧脉细而稀疏,以锐角自中脉伸出,分叉 1—2 次。

当前标本形态较为奇特,可能为一新种。由于标本仅 1 块,保存不全,暂作未定种处理。

产地层位 库车县库车河;比尤勒包谷孜组。

畸羊齿属 Genus *Karinopteris* Boersma, 1972

畸羊齿(未定种 1) *Karinopteris* sp. 1

(图版Ⅷ,图 5)

末二次羽片两侧不对称,末二级羽轴及末级羽轴表面具细纵纹;末次羽片互生,披针形;小羽片三角形或长椭圆形,大小和形状变化大,在羽片基部的小羽片分离,且基部收缩似呈短柄状,叶脉呈楔羊齿型;而羽片中上部小羽片互相紧靠,基部较宽,叶脉似呈栉羊齿型,中脉清楚下延,侧脉羽状。

当前标本虽十分破碎,但其末二次羽片似乎代表畸羊齿型二分叶架的右一侧的羽片。

产地层位 柯坪四石厂;库普库兹满组上亚组。

畸羊齿(未定种 2) *Karinopteris* sp. 2

(图版Ⅷ,图 6,7)

蕨叶整个形态不明,二次羽状复叶,末二级羽轴较宽,约 1.8mm,羽轴上似有细纵纹;羽片互生或亚对生,以约 45°角自末二级羽轴上伸出,羽片披针形,略向下弯曲;小羽片大小和形状均有变异,紧密排列于羽轴两侧,卵形,卵状三角形或长椭圆形,基部略略互相连合;末次羽片基部下行的的小羽片较小,呈椭圆形,不呈瓣状;叶脉较明显下延,为栉羊齿型;侧脉自中脉或中脉下延部分伸出后大约也以中脉相等的粗度伸展,直达叶缘,很少分叉。

当前标本的小羽片形状和大小变化较大,暂将它记述于畸羊齿属下。

产地层位 柯坪四石厂;库普库兹满组上亚组。

美羊齿属 Genus *Callipteris* Brongniart, 1849

古植物学中使用的美羊齿属 *Callipteris* 是 1849 年 Brongniart 创用的。现已查明,这一名称是现代真蕨纲蹄盖蕨科菜蕨属 *Callipteris* Bory 1804 年的晚出同名。根据生物命名法规,Brongniart 定的名称应予废弃。Meyen(1969)研究了俄罗斯安加拉植物群中上二叠统产出的具大型小羽片的材料后,发现其表皮构造与西欧下二叠统产出的小羽片较小的各种的表皮构造不同,并建立 *Feonia* 一名作为 *Callipteris* 的亚属名来概括安加拉区的美羊齿类。

Kerp(1982)根据西欧的材料研究表明,本属的模式种 *Callipteris conferta* (Sternberg) 和 *Autunia* Krasser 1919 的雌性繁殖器官,两者不仅常常紧密共生,而且具有相同的角质层构造,遂将 *Callipteris conferta* 转隶于 *Autunia* 属内,并作为这一属的模式种。过去归于 *Callipteris* 属内的叶部化石,除 *Callipteris conferta* 和 *C. naumannii* 两种具有 *Autunia* 型繁殖器官外;其它的各种则根据叶形差异而被归于 5 个形态属,根据特征划分如下(Kerp, 1988):

1. *Rhachiphyllum* Kerp, 1988, 这一属的最主要特征是小羽片呈 *Alethopteris* 型到羽状分裂,具间小羽片。

2. *Lodevia* Haubold et Kerp, 1988, 这一属最主要特征是小羽片多融合呈掌状或伸长的扇形,小羽片逐渐过渡为羽片的美羊齿类植物。

3. *Dichophyllum* Elias et Andrews, 1941, 具较大的伸长的扇状小羽片,通常只在基部融合呈线状裂片。

4. *Arnhardtia* Haubold et Kerp, 1988, 小羽片 *Eusphenopteroid* 型,呈羽状分裂至楔-圆形裂片。

5. *Sphenocallipteris* Haubold et Kerp, 1988, 小羽片分裂成线状或尖凸的裂片。

鉴于 *Callipteris* Brongniart, 1849 是现代菜蕨属 *Callipteris* Bory, 1804 的晚出同名,孙阜生^{*} (1986)建议用 *Calliopsis* 一名取代 Brongniart 的属名,而李星学^{**} (1987)则建议用 *Calliphyllites* 名更为恰当一些。从命名优先律角度考虑,将 Meyen 建议的亚属名 *Feonia* 提升为属级名称,应用于安加拉和亚安加拉区的具大型小羽片的美羊齿似乎较为合适。但当前的材料都是印痕化石,没有角质层保存,还难证明这些材料的表皮构造与 *Feonia* 是否相同,故本文暂用“*Callipteris*”来概括塔北地区安加拉型的美羊齿类植物。

奥通蕨属 Genus *Autunia* Krasser emend. Kerp, 1982

密奥通蕨 *Autunia conferta* (Sternberg) Kerp

(图版Ⅷ,图8;图版Ⅺ,图5—8)

至少二次羽状复叶,末次羽片斜生,排列紧密;小羽片舌形或椭圆形,与相邻小羽片基部相连,顶端钝圆;中脉以狭角伸出,向外弯曲,到小羽片顶端才分散,侧脉分叉 1—2 次,有邻脉,间小羽片同形;在顶端的小羽片互相融合。在标本上,大致沿羽轴和小羽片中脉附近有

^{*} 孙阜生,1986,新疆吐鲁番盆地晚二叠世安加拉植物群——兼论安加拉植物区的再划分。中国科学院南京地质古生物研究所硕士论文。

^{**} 古植物通讯,1989,第十二期。

一些不很规则分布的小点,拨开这些小点,内部是一些褐红色物质,在高倍显微镜下观察,无组织构造规律可循,可能是当时寄生在叶面上的真菌留下的痕迹。

根据 Kerp (1988, 图版 1—25), 归于本种内的标本, 其小羽片形态、大小及叶脉伸展情况变化较大。

关于本种的详细描述及其它有关植物地理区系问题已有详细讨论(张善桢、吴绍祖, 1989; 沈光隆、孙柏年、刘燕学、勾宁刚, 1990), 于此不再赘述。

产地层位 柯坪四石厂; 库普库兹满组上亚组, 开派兹雷克组下亚组。

蔡耶“美羊齿” “*Callipteris*” *zeilleri* Zalessky

(图版 X, 图 1, 2; 图版 X III, 图 1)

归于这个种的标本较多, 蕨叶大, 至少二次羽状复叶, 末二级羽轴刚直强壮, 宽可达 1cm; 末次羽片线形, 以 40° — 50° 角伸出, 近对生, 长 12—15cm 以上。小羽片长舌形, 顶端钝圆, 长 1.5—2cm, 宽 0.7—0.9cm, 与羽轴通常呈 60° 角向斜上方伸出, 互生, 基部略下延, 与相邻小羽片相连。中脉不甚明显, 仅伸至小羽片中部或略靠前即因多次分叉而消散; 侧脉细密, 与中脉略呈 30° 角斜斜上指, 分叉 1—2 次, 在小羽片边缘每 0.5cm 内有叶脉 9—11 条。具邻脉; 间小羽片常为 3 枚, 与普通小羽片同形。

讨论 当前标本与 Neuburg (1948) 描述的库兹 茨克盆地的标本是完全一致的, 也与黄本宏 (1977) 描述的小兴安岭东南部红山组归于本种的标本大致相同, 仅在小羽片中脉延伸长度上略有差别。

产地层位 库车县库车河; 比尤勒包谷孜组。

尖叶“美羊齿” “*Callipteris*” *acutifolia* Radczenko

(图版 IX, 图 5, 6)

两枚末次羽片的残段。末级羽轴粗 1.2mm, 表面具横纹。小羽片近对生, 与末级羽轴呈 45° , 下侧基部略下延, 顶端亚尖, 狭长三角形, 长 15mm, 基部最宽约 3.5mm。中脉细而明显, 直达叶端。侧脉以锐角自中脉伸出, 分叉一次, 叶边 0.5mm 内有叶脉 7—9 条。小羽片下延部分有 1—2 条邻脉。

产地层位 库车县库车河; 比尤勒包谷孜组。

刺羊齿属 Genus *Rhachiphyllum* Kerp, 1988

欣克刺羊齿(比较种) *Rhachiphyllum* cf. *schenkii* (Heyer) Kerp

(图版 X, 图 4, 5; 图版 XI, 图 2—4)

大型蕨叶, 至少二次羽状复叶, 整个蕨叶形态未明。末级羽轴较粗, 印痕的最大宽度为 4mm; 羽片的长度和宽度均不明, 但相邻羽片之间互相显著重叠。小羽片对生或亚对生, 互相紧靠, 和末级羽轴呈 40° — 50° 角伸出, 基部下延, 披针状, 最短长度在 4cm 左右, 宽达 2cm 以上, 羽状分裂, 上下左右对称或不对称, 视其小羽片着生位置不同而异, 小羽片侧边分裂成不同深度的裂片, 少部分为全缘叶; 中脉不大清楚, 在基部有的明显下延, 到中上部逐渐分散而消失; 侧脉以极小的角度自中脉伸出, 向侧前方伸展, 与裂片方向平行, 二歧合轴式分叉多

次,侧脉细而密;小羽片基部下侧的裂片下延至末次羽轴上,同样有密而细的邻脉伸出,间小羽片与正常小羽片不同形,小而不规则。

讨论与比较 关于 *Rhachiphyllum schenkii* (Heyer) Kerp 的种征,张善桢、吴绍祖 (1991, 353—354 页)根据 Kerp 1986 年的综合特征已有较详细的阐述,本文不再重复,虽然 *Rhachiphyllum schenkii* Kerp 种的形态特征变化甚大,根据蕨叶体的大小及部位,小羽片的形态也不一样,叶脉也各异(Kerp, 1988, 图版 28—46; 图版 47, 图 1—2, 插图 11—14)(见本文插图 2);但与当前标本比较起来,尚有下列几点不同:

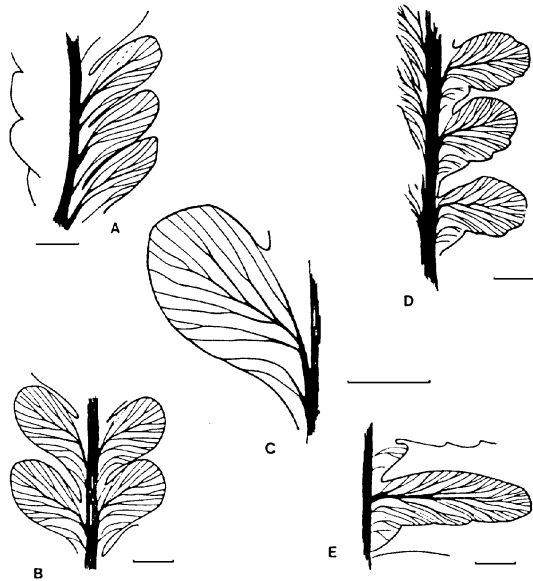


插图 2 *Rhachiphyllum schenkii* 的叶形和脉式

Form and Venation patterns of *R. schenkii*

A. 中脉不清楚,但边缘为全缘的小羽片。B. 中脉较弯曲的边缘为全缘的小羽片。C. 图 B 中一个小羽片放大。
D. 中脉弯曲,下侧裂片状的小羽片。E. 伸长的下侧裂片状的小羽片(据 Kerp, 1988, 322 页, 图 12),横线代表 5mm 长。

1) 当前标本蕨叶较大,整个蕨叶体尚不明白;由于蕨叶体大,因此,当前标本的羽片和小羽片也比 *Rhachiphyllum schenkii* 略大。2) 小羽片及裂片的形态变化大,与羽轴的夹角小,而 *R. schenkii* 相对来说,在同一株上,小羽片的形态及裂片的形状较为一致。3) 间小羽片的数量和形态也不同,当前标本的羽轴上,间小羽片较少。4) 当前标本中,有的小羽片叶脉分叉情况也与 Kerp 所列 *R. schenkii* 小羽片 5 种叶脉分叉型式不同,因此,当前标本不能完全无保留地归到这个德国种内,将来如发现更加完整的标本,也许是一个属于美羊齿植物的新的形态种类。

当前的标本,特别是图版 X, 图 4, 羽片和小羽片形态与 *Callipteris*? *laceratifolia* 颇为相似,后者由 Halle 于 1927 年发现于山西太原上石盒子组,由于当时发现的标本未见到间小羽片及邻脉, Halle 遂将其定名为 *Odontopteris*? (*Callipteris*?) *laceratifolia* (Halle, 1927, 118 页, 图版 32, 图 1—2; ? 图版 20, 图 15—17),以示归于这两个属都有问题,由于这种小羽片叶型与美羊齿属具楔羊齿型小羽片的一类相近,因此,中国古生代植物一书中将其归入

Callipteris 属中,也是上述理由,即未发现间小羽片及邻脉,因而在美羊齿属名下打一问号以示存疑;当前发现于塔北四石厂的标本,小羽片及其裂片形态与 Halle 所定的种是很相似的,而且当前标本羽叶形态保存较完整,间小羽片及邻脉很清楚,归于 *Rhachiphyllum* 当无问题,但当前标本与山西太原标本的重要区别是小羽片较小,叶脉细而密,每厘米几乎看不清有多少叶脉,因此,不能归到 Halle 所定的种内。

定地层位 柯坪四石厂;开派兹雷克组下亚组。

刺羊齿(未定种 1) *Rhachiphyllum* sp. 1

(图版Ⅺ,图 1, 2)

仅发现 1 块标本,二次羽状复叶,长宽均不明,末二级羽轴 2mm,较直,具纵纹;末次羽片以 40° 角从末二级羽轴上伸出,对生或亚对生,3 枚末次羽片几乎互相平行,羽片长 4cm 以上,宽约 1.5cm,由于小羽片在羽轴腹面,加之当时保存的条件,使一侧小羽片看不清楚;小羽片几乎呈长方形,与羽轴垂直,各小羽片互不接触,基部略收缩,顶端椭圆,叶脉清楚,中脉略下延,并迅速以直角伸出,几乎直达小羽片顶端。侧脉稀疏,以 $30^\circ-45^\circ$ 角自中脉伸出后不分叉或少数分叉一次,直达叶缘,少数侧脉直接从羽轴上以相同粗度伸出。间小羽片较小,与小羽片不同形,大小各异、数量少,几乎位于两个羽片之间。

当前标本末次羽片互相对生、小羽片中脉较粗以及小羽片的形态颇似 Kerp 归于 *Rhachiphyllum schenkii* 的某些标本(见 Kerp, 1988, 312 页,图版 28),但后者小羽片略大,侧脉略密,间小羽片颇多而区别于当前种。

产地层位 柯坪四石厂;开派兹雷克组下亚组。

刺羊齿(未定种 2) *Rhachiphyllum* sp. 2

(图版Ⅺ,图 3)

两枚末次羽片,左侧 1 枚由于保存关系,小羽片被裂成数条裂片;羽片为披针形,长 6cm 以上,宽为 3cm;小羽片互相紧挤,以约 45° 角自羽轴伸出,基部上侧略收缩,下部下延;中脉不十分明显,基部亦下延;侧脉以很小角度自中脉或直接从羽轴伸出后即向小羽片伸展方向伸出,二歧分叉一次或不分叉;小羽片边缘略有锯齿。

当前标本无论是小羽片大小,形态及叶脉分布和 Kerp 归于 *Rhachiphyllum schenkii* Kerp(1988, 336 页,图版 44,图 4)很相似,但当前标本少,又不完整,暂归于未定种内。

产地层位 柯坪四石厂;库普库兹满组上亚组,开派兹雷克组下亚组。

刺羊齿(未定种 3) *Rhachiphyllum* sp. 3

(图版Ⅺ,图 3, 4)

至少两次羽状复叶,末二级羽轴宽 1.5mm;末次羽片互生,线状披针形,长 3.5cm,宽 1.2—1.6cm 不等。小羽片互生,形态不同,三角状或长舌形,顶端钝或尖,长 4—10mm 不等,边缘全缘或浅裂。中脉清楚,基部略下延;侧脉稀疏,粗,每 0.5cm 有脉 10 条左右,以近 60° 角伸出分叉一次或不分叉伸向叶缘,侧脉除从中脉伸出外,大量的以相同粗度自羽轴上伸出,少数分叉但不形成网眼。

ACTA PALAEONTOLOGICA SINICA

Vol.36, Sup. Dec., 1997

CONTENTS

Permian Fossil Plants from Northern Margin of Tarim Basin, Xinjiang	
..... Wu Xiu-yuan, Sun Bai-nian, Shen Guang-long and Wang Yong-dong(28)
Permian Spore and Pollen Assemblages from the Tarim Basin and Their Biostratigraphical	
Significance	Zhu Huai-cheng(59)
Southward Intrusion of Angaran Migrants into Tarim During the Latest Permian and the Global	
Climatic Cooling Event	Fang Zong-jie(75)
Conodonts from the Arpishmebulaq Formation (Late Lochkovian) of Eastern South Tianshan	
and Their Significance	Xia Feng-sheng(99)
Carboniferous and Permian Fusulinid Zonation in Southwestern Margin of the Tarim Basin...	
.....	Zhu Zi-li (111)
Silurian and Devonian Tabulata and Heliolitida from Tarim and Neighbouring Area	
.....	Deng Zhan-qi(129)
Microfossils from the Silurian Tataaiertage Formation of Kalpin, Xinjiang	
.....	Li Jun, Zhu Huai-cheng and Fang Zong-jie(142)
Gastropods from Lower Paleozoic Red Strata of the Northwestern Margin of the Tarim Basin ,	
Xinjiang	Zhang Shi-ben and Xi Yu-hua(152)
Graptolites from Bore Cores of Northern Tarim Basin, Xinjiang	
.....	Ni Yu-nan and Chen Xu(165)
Some Ordovician Trilobites from the Northern Tarim Basin, Xinjiang	
.....	Yuan Wen-wei and Zhou Zhi-yi(177)
The Late Palaeozoic Trace Fossils from the Western Border Areas of Tarim Basin , Xinjiang	
and Their Environmental Significance	Zhou Zhi-cheng and Ruan Yi-ping(195)
Postscripts	Fang Zong-jie(198)