

四川盆地北缘达县、开县一带 早侏罗世珍珠冲植物群及其古环境

黄其胜

(中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074)

摘要: 讨论四川盆地北缘(川东)珍珠冲组植物群的组成、特征及时代。鉴定植物化石 47 属 95 种, 该植物群归于 *Dictyophyllum*—*Clathropteris* 系上部 *Ptilophyllum*—*Coniopteris* 组合, 相当于 Pliesbachian—Aalenian 阶, 与瑞典和格陵兰 *Thaumatopteris* 带关系密切。还讨论了四川盆地侏罗纪古气候、沉积环境与成煤关系。

关键词: 早侏罗世; 植物群; 古气候; 成煤作用; 四川盆地。

中图分类号: Q914; P53

文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2001)03-0221-08

作者简介: 黄其胜(1937), 男, 教授, 1960 年毕业于北京地质学院, 长期从事地层古生物学、地质学、矿产地质与区域地质教学、科研和生产。

笔者多年来在四川盆地广元、旺苍、达县、宣汉、开县、合川一带进行早中生代生物地层工作, 测制十多条生物地层剖面。本文主要涉及到达县、宣汉、开县一带早侏罗世地层剖面的有关资料(图 1)。川东地区中生代地层由老至新为早三叠世飞仙关组(或大冶组)、嘉陵江组, 中三叠世雷口坡组(或巴东组)、晚三叠世须家河组, 早侏罗世珍珠冲组(或白田坝组)、中侏罗世自流井组、新田沟组、下沙溪庙组、上沙溪庙组, 晚侏罗世遂宁组、蓬莱镇组。其中须家河组与珍珠冲组为含煤地层, 植物化石丰富。有关须家河植物群资料, 笔者已整理发表^[1~3]。本文讨论珍珠冲植物群。另外, 需要说明的是, 到目前为止, 各家对本区侏罗纪各组的时代归属仍有不同意见。本文主张将自流井组划归中侏罗世, 而将珍珠冲组(或珍珠冲段)划归早侏罗世。

1 开县温泉下侏罗统珍珠冲组实测剖面

上覆地层中侏罗统自流井组(J_2z)(图 2)

灰黄色中厚层细粒长石砂岩与粉砂岩互层夹灰岩层, 富

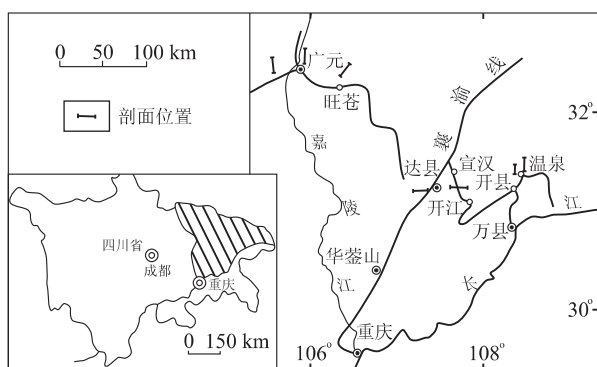


图 1 研究地区及剖面位置

Fig. 1 Localities of sections in studied area

含双壳类, 含量多者可称介壳砂岩(灰岩)。

——整合——

下侏罗统: 珍珠冲组(J_1zh) 336.06 m

(24) 灰褐色薄层细粒长石砂岩, 向上夹粉砂岩, 底部见有含砾砂岩。 27.60 m

(23) 浅绿色中—厚层细粒长石砂岩夹煤线, 含植物化石 *Neocalamites* sp., *Todites williamsonii*, *Dictyophyllum nathorsti*, *Coniopteris tiehshanensis*, *Pterophyllum* sp., *Sphenobaiera* sp., *Podozamites* sp.; 双壳类 *Pseudocardinia* spp. 27.08 m

(22) 灰绿色中—厚层细粒长石砂岩, 发育楔状交错层理, 上部夹泥岩、粉砂岩含大量菱铁矿结核, 含 *Podozamites lanceolatus*. 24.15 m

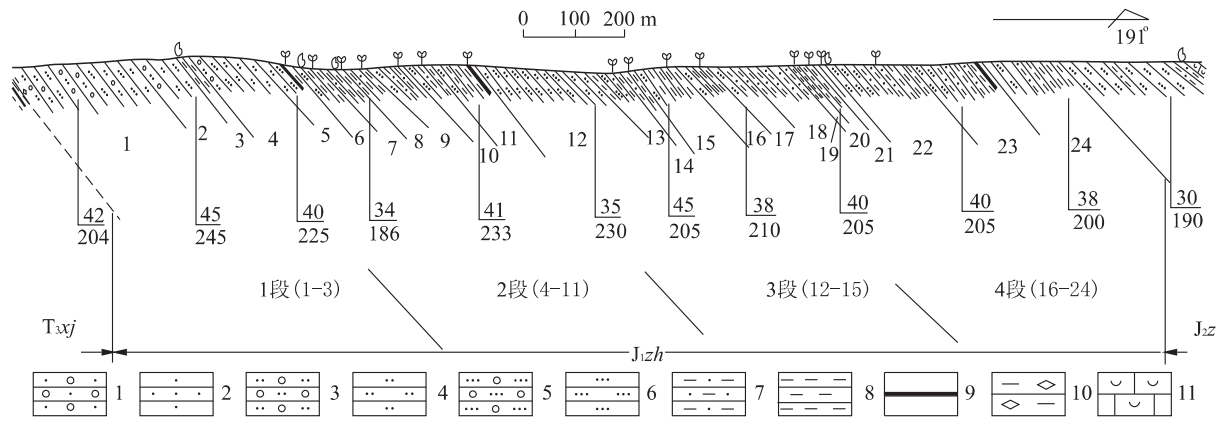


图 2 四川开县温泉下侏罗统珍珠冲组实测剖面

Fig. 2 Geological section of Early Jurassic Zhenzhuchong Formation, Wenquan, Kaixian county, Sichuan

1. 含砾粗粒长石砂岩; 2. 粗粒长石砂岩; 3. 含砾中粒长石砂岩; 4. 中粒长石砂岩; 5. 含砾细粒长石砂岩; 6. 细粒长石砂岩; 7. 粉砂岩; 8. 泥岩; 9. 煤线; 10. 菱铁矿结核; 11. 介壳灰岩; T_{3xj}. 须家河组; J_{1zh}. 珍珠冲组; J_{2z}. 自流井组

(21) 灰黄色厚层细粒长石砂岩夹泥岩含菱铁矿结核, 见楔状、透镜状层理, 含 *Neocalamites* sp., *Coniopteris tiehshanensis*, *Dictyophyllum nathorsti*, *Pterophyllum* sp., *Ptilophyllum hsingshaense*, *Nilssonina pterophylloides*, *Sphenobaiera huangi* 以及双壳化石. 7. 25 m

(20) 灰绿色细粒长石砂岩、粉砂岩、泥岩含碳屑, 含植物化石: *Todites princeps*, *Podozamites lanceolatus*. 4. 23 m

(19) 浅灰黄色薄层长石砂岩、粉砂岩、泥岩, 见楔状层理, 粉砂岩为水平纹层. 含植物化石: *Marattiopsis* sp., *Todites princeps*, *T.* sp., *Dictyophyllum* sp., *Clathropteris meniscioides*, *Baiera guilhaumati*, *Sphenobaiera huangi*, *S. spectabilis*, *Podozamites lanceolatus*, *Cycadocarpidium erdmanni*, *Taeniopteris* sp.. 8. 45 m

(18) 褐黄色薄层细粒长石砂岩、粉砂岩、泥岩, 发育交错层理, 水平纹层. 18. 37 m

(17) 褐黄色中层、薄层细粒长石砂岩, 发育楔状交错层理, 向上变为粉砂岩、泥岩, 水平纹层发育, 底部砂岩偶见植物茎干. 8. 85 m

(16) 灰黑色薄层粗粉砂岩夹细砂岩, 含植物化石: *Equisetites* sp., *Neocalamites* sp., *Todites* sp., *Cladophlebis* sp., *Coniopteris tiehshanensis*, *Pterophyllum* sp., *Nilssonina parabrevis*, *N. pterophylloides*. 11. 00 m

(15) 薄层粉砂岩、泥岩互层夹煤线, 含 *Podozamites lanceolatus*. 19. 56 m

(14) 灰绿色薄层粉砂岩夹泥岩, 发育水平波状纹层, 含 *Todites* sp., *Dictyophyllum nathorsti*, *Hausmannia ussuriensis* 以及双壳类 *Pseudocardinia* sp.. 6. 54 m

(13) 灰黄色中薄层细砂岩顶部为粉砂岩夹煤线, 含植物化石: *Otozamites mixomorphus*, *Ptilophyllum contiguum*, *P. pecten*, *P. hsingshanense*; 双壳类 *Pseudocardinia* sp.. 10. 05 m

(12) 深灰色中薄层细砂岩粉砂岩夹煤线韵律层. 19. 63 m

(11) 灰黄色巨厚层细砂岩夹粉砂岩、泥岩、煤线韵律层含 *Podozamites lanceolatus*. 15. 59 m

(10) 灰黄色中—厚层细粒长石砂岩、粉砂岩、泥岩韵律层含大量银杏类化石: *Sphenobaiera spectabilis*, *Czekanowskia hartzi*, *Vittifoliolum segregatum*, *Cladophlebis asiatica*, *Nilssonina* cf. *compta*. 9. 43 m

(9) 灰黄色中厚层细粒长石砂岩, 底部见植物茎干, 具冲刷面, 顶部为粉砂质泥岩, 含 *Sphenobaiera* sp.. 12. 88 m

(8) 灰绿色粉砂岩、泥岩互层, 顶部有煤线、根土岩, 含一层有节类化石, *Equisetites* sp., *Neocalamites* sp.. 7. 03 m

(7) 浅灰色粉砂岩—泥岩—煤线, 含双壳类 *Pseudocardinia* sp.. 8. 34 m

(6) 深灰色中、薄层细砂岩、粉砂岩、煤线、根土岩, 含大量植物化石: *Cladophlebis* sp., *Pterophyllum* sp., *Pseudoctenis* sp., *Ginkgoites* sp., *G.* cf. *marginatus*, *Baiera multipartita*, *Podozamites lanceolatus*; 双壳类 *Pseudocardinia* sp.. 7. 48 m

(5) 灰黄色巨厚层粗砂岩. 10. 60 m

(4) 灰黄色中粗粒长石砂岩, 含大量植物茎干, 底部含砾石、泥砾, 发育冲刷层理. 14. 45 m

(3) 深灰色粉砂质泥岩, 具水平纹层, 含双壳 *Pseudocardinia* sp.. 2. 80 m

(2) 深灰色—厚层粗粒长石砂岩, 岩屑砂岩. 11. 00 m

(1) 灰黄色、浅绿色中—厚层含砾中粗粒砂岩, 多个冲刷充填面, 底部有透镜状砾岩, 含炭屑, 发育大型楔状交错层理. 43. 70 m

——平行不整合——

须家河组(T_{3xj}): 须七段含煤层并含可采菱铁矿层(地方采). 含丰富植物化石 *Todites kwangyuanensis*, *Zamites sinensis*, *Z. jiangsiensis*, *Cycadocarpidium erdmanni* 等.

2 珍珠冲组的划分及沉积特征

2.1 地层划分

温泉剖面珍珠冲组划分 24 层 4 个岩性段,总厚 336.06 m(图 3),与下伏地层须家河组为平行不整合接触,自上而下为:

四段(24~16 层):136.98 m,顶部为褐黄色薄层长石细砂岩、粉砂岩偶夹细砾岩,发育小型水流波痕纹理,与上覆地层东岳庙段细砂岩(或薄层砂质灰岩)整合接触,以介壳砂岩的出现作为划分标志.中上部为灰绿、灰黄色中厚层长石细砂岩与粉砂岩、泥岩组成韵律层,偶夹煤线,砂岩发育楔状、透镜状层理,粉砂岩中见有水平纹层,含有丰富生物化石.下部以灰绿色中层长石细砂岩为主,发育大型楔状交错层理以及植物茎干化石.本段主要植物化石有 *Equisetites* sp., *Neocalamites* sp., *N. nathorstii*, *Todites williamsoni*, *T. princeps*, *Cladophlebis asiatica*, *Marattiopsis* sp., *Phlebopteris polypodioides*, *Coniopteris* sp., *C. tiehshanensis*, *Dictyophyllum* sp., *D. nathorstii*, *Clathropteris meniscioides*, *C. platyphylla*, *Pterophyllum* sp., *Ptilophyllum hsingshanense*, *Nilssonia pterophylloides*, *N. parabrevis*, *N. cf. orientalis*, *Baiera guilhaumatii*, *Sphenobaiera huangii*, *Vittifoliolum segregatum*, *Pityophyllum* sp., *Podozamites lanceolatus*, *Stenorachis* sp., *Stachyotaxus* sp., *Swedenborgia* sp., *Storgaardia cf. spectabilis*, *Carpolithus* sp., 以及双壳类 *Pseudocardinia* sp. 等.

三段(15~12)厚度 55.78 m.上部为灰绿色薄层粉砂岩、泥岩夹煤线,中部为灰绿色薄层粉砂岩、泥岩,发育波状水平纹层,含丰富植物化石.下部灰绿色中层长石细砂岩,含植物茎干及大型楔状交错层理、平行层理.本段主要植物化石有:*Equisetites* sp., *Neocalamites* sp., *Todites princeps*, *Coniopteris tiehshanensis*, *Dictyophyllum* sp., *Ptilophyllum contiguum*, *P. pecten*, *Otozamites mixomorphus*, *Baiera gracilis*, *Podozamites lanceolatus*, 以及双壳类 *Pseudocardinia* spp..

二段(11~4)厚 85.80 m.上部为灰黄色巨厚层长石细砂岩夹泥岩、煤层,韵律性明显,含植物化石.中部为灰黄、灰绿色中层长石细砂岩与粉砂岩、泥岩、薄煤层互层,含多层根土岩以及大量银杏类及双

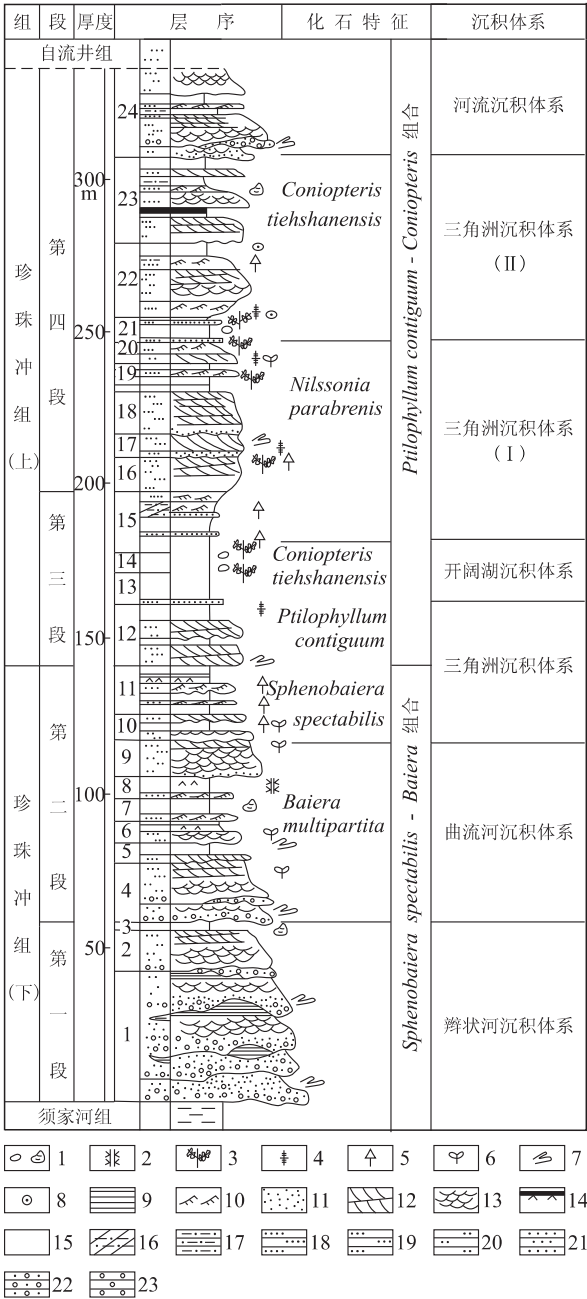


图 3 四川开县温泉早侏罗世珍珠冲组层序

Fig. 3 Column section of Early Jurassic Zhenzhuchong Formation, Wenquan, Kaixian county, Sichuan

1. 双壳类; 2. 有节类; 3. 真蕨类; 4. 苏铁类; 5. 松柏类; 6. 银杏类; 7. 树干化石; 8. 铁结核; 9. 水平纹理; 10. 小型交错层理; 11. 块状层理; 12. 楔状交错层理; 13. 槽状交错层理; 14. 煤层及古根系; 15. 泥岩; 16. 粉砂岩与泥岩; 17. 粉砂岩; 18. 极细砂岩; 19. 细砂岩; 20. 中砂岩; 21. 粗砂岩; 22. 砂砾岩; 23. 砾岩

壳类. 下部灰黄色厚层长石砂岩含砾、泥砾、茎干,底部冲刷充填构造显著,发育大型楔状交错层理及平行层理. 主要植物化石有 *Equisetites* sp., *Neocalamites* sp., *Todites denticulata*, *T. williamsonii*,

Cladophlehis raciborskii, *C. asiatica*, *C. cf. integra*, *Coniopteris tiehshanensis*, *Nilssonia* sp., *N. cf. compta*, *Pseudecten* sp., *Weltrichia* sp., *Ginkgoites cf. marginatus*, *G. sp.*, *Baiera multipartita*, *B. gracilis*, *Sphenobaiera spectabilis*, *S. huangii*, *Ginkgodium* sp., *Vittifoliolum segregatum*, *Czekanowskia hartzi*, *Podozamites* sp., 以及双壳类 *Pseudocardinia* spp..

一段(3~1)厚 57.50 m, 灰黄、灰绿色中、厚层长石砂岩夹多层砾岩, 底部冲刷充填构造显著, 上部粉砂岩中夹一层植物化石, 顶部泥岩含小型双壳类。主要植物化石: *Equisetites koreanicus*, *Todites williamsonii*, *Podozamites* sp., 以及双壳类 *Pseudocardinia* sp..

2.2 沉积特征

珍珠冲组沉积相类型复杂多样, 总体特征是上部、下部主要发育河流体系, 中部为湖泊及三角洲体系(图 2)。一段以大套砂砾岩为主, 泥岩及粉砂岩以不稳定透镜体夹于砂砾岩体内, 宏观上呈现“砂包泥”, 沉积序列向上变细, 反映河流上游辫状河沉积特征。二段可划分为两个总体向上变细的沉积序列, 每个序列皆为二段式结构, 下部含大型槽状交错层理粗砂岩, 冲刷面发育; 上部为薄层砂泥岩互层, 发育薄煤层及古根土壤层, 植物化石以银杏类为主, 这种二段式沉积结构反映了曲流河沉积特征。三段主要为湖泊及三角洲沉积体系, 特别是中部厚度较大, 横向分布较稳定, 含有小个体双壳类化石的黑色泥岩, 标志湖盆大范围扩张。四段下部以向上变粗的沉积序列为特征, 反映三角洲沉积, 上部有大套含砾砂岩和冲刷面出现, 表明珍珠冲组沉积岩晚期的河流回春。

3 珍珠冲植物群

3.1 植物群的组成

珍珠冲组含有相当丰富的植物化石, 分别属于下列类别^[4,5]:

石松类: *Grammaephloios ichtha* Harris.

有节类: *Equisetites* sp., *E. koreanicus* Konno, *E. beani* (Bunbury) Seward, *Neocalamites* sp., *N. cf. nathorsti* Erdtman, *N. carrerei* (Zeiller) Halle, *N. carcinoides* Harris, *Radicites* sp..

真蕨类: 合囊蕨科 *Marattiopsis asiatica* Ka-

wasaki, *M. sp.*; 紫萁科及其形态属 *Todites princeps* (Presel) Gothan, *T. denticulata* (Brongniart) krasser, *T. williamsoni* (Brongniart) Seward, *T. cf. hartzi* Harris., *Cladophlebis* sp., *C. raciborskii* Zeiller, *C. asiatica* Chow et Yeh, *C. cf. integra* (Oishi et Takahashi) Frenguelli; 马通科: *Phlebopteris polypodioides* Brongniart; 蚌壳蕨科: *Coniopteris* sp., *C. tiehshanensis* Ye et Lih, *C. hymenophylloides* Brongniart, *C. bella* Harris, *C. cf. nerifolia* Genkina, *Eboracia lobifolia* (Phillips) Thomas; 双扇蕨科: *Thaumatopteris* sp., *Dictyophyllum* sp., *D. nathorsti* Zeiller, *D. nilssoni* (Brongniart) Nathorst, *Clathropteris* sp., *C. meniscioides* Brongniart, *C. platyphylla* (Goeppert) Brongniart, *C. obovata* Oishi, *Hausmannia crenata* (Nathorst) Moeller, *H. ussuiensis* Kryshstofovich, *Scoresbya szeiana* Li; 分类不明的真蕨植物 *Spiropteris* sp., *Rhizomopteris* sp..

种子蕨类: *Ctenozamites stomatigerus* Huang et Lu.

苏铁类: *Pterophyllum* sp., *P. angustum* (Braun) Gothan, *Anomozamites inconstans* (Braun), *Otozamites hsiangchiensis* Sze, *O. mixomorphus* Ye, *Ptilophyllum contiguum* Sze, *P. hsingshanense* Wu, *P. pecten* (Phillips) Morris, *P. cf. sokalense* Doludenko, *Tyrmyia nathorsti* (Schenk) Ye, *T. latior* Ye, *Waltrichia* sp., *Cycadolepis corrugata* Zeiller, *C. rugosa* Johansson, *Nilssonia* sp., *N. pterophylloides* Nathorst, *N. complicatis* Li, *N. cf. compta* (Phillips), *N. orientalis* Heer, *N. polymorpha* schenk, *N. parabrevis* Huang, *Ctenis* sp., *Pseudecten* sp..

银杏类: *Ginkgoites* sp., *G. cf. marginatus* (Nathorst) Florin, *Baiera* sp., *B. multipartita* Sze et Lee, *B. guilhaumati* Zeiller, *B. gracilis* Bunbury, *B. furcata* (L. et. H.) Braun, *Sphenobaiera* sp., *S. spectabilis* (Nathorst) Florin, *S. huangi* (Sze) Hsu, *Ginkgodium* sp., *Vittifoliolum segregatum* Zhou, *Czekanowskia* sp., *C. setacea* Hear, *C. hartzi* Harris.

松柏类: *Pityophyllum* sp., *P. nordenskioides* Heer, *P. longifolium* (Nathorst) Moeller, *Podozamites* sp., *P. lanceolatus* (Lindley et Hut-

ton) Braun, *P. schenki* Heer, *Swedenborgia* sp., *Pagiophyllum* sp., *Brachyphyllum* sp., *Ixostrobus* sp., *Storgaardia* cf. *spectabilis* Harris, *Stenorachis* sp., *Stachyotaxus* sp., *Carpolithus* sp., *Araucarites* sp., *Schizolepis* sp..

分类位置不明植物: *Taeniopteris* sp..

3.2 植物群的特征

川东地区珍珠冲植物群包括 47 属 95 种, 其中 53 个已知种, 9 个相似种, 33 个未定种. 珍珠冲植物群是在下伏晚三叠世须家河植物群基础上发展而来, 斯行健^[6]统称其为 *Dictyophyllum*—*Clathropteris* 系, 相当于晚三叠世瑞替期至早侏罗世里阿斯期, 两个植物群间既有继承性, 又各具特色, 目前研究认为下伏的须家河植物群为晚三叠世 (Noric—Rhaetic)、珍珠冲植物群为早侏罗世 (Liass).

珍珠冲植物群组成分子中裸子植物最为丰富, 计 30 属 56 种, 占 58.9%, 蕨类植物 17 属 39 种占 41.1%, 苏铁类有 10 属 23 种, 占植物群总数 24.2%, 近 1/4, 其中 *Nilssonia* (7 种), *Ptilophyllum* (4 种), *Tyrmyia* (2 种), *Otozamites* (2 种), 分异度、丰度均较高, 分布亦很广. *Nilssonia parabrevis*, *Ptilophyllum contiguum*, *Otozamites hsiangchiensis*, *O. mixomorphus*, *Tyrmyia nathorst* 等 5 种广泛分布于长江中下游地区, 是该区早侏罗世特有的地方种. *Nilssonia parabrevis* 首次在安徽省象山群发现后^[7], 经笔者追踪调查, 相继在湖北省大冶县^[8]、赤壁市蒲圻陆水桥、秭归县、江西省上饶市^[9]下侏罗统均有发现. 该种在开县温泉剖面大量发现, 说明四川盆地与长江中下游早侏罗世关系密切. 苏铁类在下伏须家河植物群占 33%, 远胜于珍珠冲植物群, 须家河期繁盛的 *Anthrophyopsis*, *Doratophyllum*, *Sinoclenis* 在珍珠冲期已消失, 珍珠冲期苏铁类有减少趋势, 然而却出现了很多新的类型, 居早侏罗世植物群第二大类.

银杏类有 6 属 15 种, 占 15.8%; 松柏类及裸子植物繁殖器官 12 属 16 种, 占 16.8%. 二者均为单叶型物种, 珍珠冲期单叶型物种增多, 复叶型物种减少, 是一种进步性变化趋势. 珍珠冲期单叶型数量增多、分异度高、分布广, 占物种数量的 32.6%, 远高于须家河期 22.9%. 单叶型大量出现, 一方面示意珍珠冲植物群跨进早侏罗世, 另一方面与古环境变迁 (古地理、古气候) 密切相关. 开县温泉珍珠冲组下部 (一、二段) 银杏类、松柏类丰富; 上部 (三、四段) 真

蕨类、苏铁类昌盛, 植物化石在珍珠冲组垂向分布颇具特色^[10], 这一现象在长江中下游地区早侏罗世普遍出现. 笔者曾据此现象建立 2 个植物组合^[7], 下部称 *Sphenobaiera spectabilis*—*Baiera multipartita* 组合 (即银杏类松柏类单叶型组合), 上部称 *Ptilophyllum*—*Coniopteris* 组合 (即真蕨类, 苏铁类复叶型组合). 二组合建立一方面表现为层序特点, 便于区域性对比, 另一方面也反映了气候的变化, 单叶型为温凉性气候, 复叶型为湿热性气候.

种子蕨的衰退是珍珠冲植物群又一特色. 须家河植物群广泛分布的 *Lepidopteris*, *Ptilozamites* 在珍珠冲期几乎完全绝迹, 珍珠冲期仅发现 *Ctenozamites stomatigerus* 1 属种, 它是武昌组植物群建立的一个地方种.

真蕨类是蕨类植物门中最为繁盛的一类, 有 13 属 30 种, 占植物群总数 31.6%, 居植物群首位, 主要有紫萁科及其形态属 *Cladophlebis*, 2 属 8 种占 8.4%, 马通科 1 属 1 种占 1%, 蚌壳蕨科 2 属 6 种占 6.3%, 双扇蕨科 5 属 11 种, 占 11.6%. 古老类型合囊蕨科仅有 *Marattiopsis* 1 属, 与须家河期相比, 珍珠冲植物群真蕨类所占比重明显增加, 其中紫萁科、双扇蕨科继续繁盛而物种丰度明显减弱, 尤其是晚三叠世繁盛的 *Goeppertella*, *Todites kwan-gyuanensis*, *T. shensiensis* 几乎绝迹. 蚌壳蕨科兴起是早侏罗世一大特色, *Coniopteris tiehshanensis*, *C. hymenophylloides* 在植物群中上部出现较多, 蕨叶保存较完整, 这在长江中下游一带不多见. 这一现象可能与四川盆地当时所处的古地理位置有一定关系.

石松类植物仅有 1 属 1 种, 占 1.1%, *Grammaephloios ichtya* 首次发现于东格陵兰 Scorebya 海峡 *Thaumatopteris* 带^[11], 本种枝叶在达县珍珠冲组发现, 说明其与北美、北欧早侏罗世植物群间的联系. 有节类在植物群中为 3 属 8 种, 占 8.4%, 均为早期中生代常见属种.

珍珠冲植物群以蚌壳蕨科兴起, 种子蕨的衰退, 真蕨类和苏铁类的繁盛以及单叶型的银杏类、松柏类一定数量出现为特征. 该植物群含有大量的地方种, 如 *Coniopteris tiehshanensis*, *Ptilophyllum contiguum*, *Otozamites mixomorphus*, *Nilssonia parabrevis*, 与长江中下游地区早侏罗世香溪植物群、武昌植物群、象山植物群、马涧植物群、林山植物群均可以进行比较, 归于早侏罗世中晚期或延至中

侏罗世 (Pliesbachian—Aalelian). 它与东格陵兰及瑞典 *Thaumatopteris* 带也有联系, 相当于斯行健^[6] *Dictyophyllum—Clathropteris* 系上部 (里阿斯), 周志炎^[12,13]、吴舜卿等^[14] *Ptilophyllum—Coniopteris* 植物群.

珍珠冲植物群垂向分布介于须家河植物群之上, 自流井组东岳庙段之下. 须家河组在研究区分布广泛, 含极其丰富植物化石, 典型分子有 *Ptilozamites*, *Sinocenis*, *Lepidopteris*, *Drepanozamites*, *Doratophyllum*, *Anthrophyopsis* 等, 系 *Ptilozamites—Anthrophyopsis* 植物组合, 代表晚三叠世诺利阶至瑞替阶. 自流井组下段含有 *Pseudocardinia*, *Tutuella*, *Qiyangia* 等中侏罗世双壳类组合, 置于二者之间珍珠冲组归于普林斯巴赫阶至阿连阶最为合适.

4 四川盆地侏罗纪古气候及成煤作用

四川盆地早中三叠世为炎热干旱海洋性气候, 以海相碳酸盐岩沉积为主, 沉积大量的石灰岩、白云岩、膏盐, 生物稀少. 晚三叠世早期为滨海半干旱半潮湿气候, 海陆交互相沉积, 沉积物中保存有半咸水双壳类化石, 少量准原地埋藏的植物化石, 局部形成残质煤. 晚三叠世中晚期植物茂盛、湖沼广布, 形成可采煤层, 为热带、亚热带滨海潮湿型气候. 早侏罗世珍珠冲期植物仍较繁盛, 属种数量减少, 成煤环境减弱, 沉积物中夹有杂色砂泥岩, 早期为半潮湿温凉型气候, 晚期转为湿热. 中侏罗世自流井组沉积阶段为典型淡水湖泊相, 先后形成东岳庙灰岩、马鞍山页岩、大安寨介壳灰岩, 含有丰富双壳类、介形虫类、叶肢介类动物化石, 偶见异地搬运的植物茎干, 该时期为半干旱炎热气候. 中侏罗世中晚期新田沟组、下沙溪庙组、上沙溪庙组, 基本上为红色、杂色砂泥岩沉积, 生物化石稀少, 仅见少量遗迹化石, 偶见松柏类残枝叶, 为典型干旱炎热型气候, 以下着重讨论早侏罗世珍珠冲期古气候.

4.1 早侏罗世珍珠冲期古气候特征

珍珠冲组为含煤地层, 粘土矿物以高岭石为主, 植物群以真蕨植物的双扇蕨科、马通科及苏铁类为特征, 表明本区早侏罗世为热带、亚热带潮湿型气候占主导.

珍珠冲组植物化石丰富, 早、晚期的植物类别、属种数目、群落特征有一定差异. 早期群落含有节类 2 种, 紫萁科及其形态属 6 种, 双扇蕨科 5 种, 蚌壳

表 1 珍珠冲组下部、上部喜湿植物与耐旱植物, 喜热植物与广温植物的物种数量及含量

Table 1 Species numbers and percentage of hydrophilous and xerophilous plants and the thermophilous and eurythermic plants in the lower and upper parts of Zhenzhuchong Formation, Sichuan

地点	开 县		宣 汉		达 县	
	下部	上部	下部	上部	下部	上部
喜湿植物物种数/个	9	15	5	4	3	11
含量/%	40	42.9	71.4	28.6	50	37.9
耐旱植物物种数/个	13	20	2	10	3	18
含量/%	60	57.1	28.6	71.4	50	62.1
喜热植物物种数/个	4	14	4	6	4	15
含量/%	18.2	40	57.1	42.9	66.7	51.7
广温植物物种数/个	8	21	3	8	2	14
含量/%	81.8	60	42.9	57.1	33.3	48.3

表 2 珍珠冲早期、晚期由东向西湿度与温度类型及变化

Table 2 Humidity and temperature and their changes from east to west in early and late periods of Early Jurassic Zhenzhuchong Formation, Sichuan

地点	开 县	宣 汉	达 县
晚期	潮 湿	半潮湿	半潮湿
	炎热↑	炎热↓	炎热↓
早期	潮 湿	潮 湿	潮 湿
	温凉↑	炎热↓	炎热↓

↑ 升温方向.

蕨科 2 种, 苏铁类 8 种, 银杏类 8 种, 松柏类 2 种, 计 33 种. 晚期群落含有节类 6 种, 莲座蕨科 2 种, 紫萁科及形态属 5 种, 双扇蕨科 6 种, 马通科 1 种, 蚌壳蕨科 3 种, 种子蕨类 1 种, 苏铁类 14 种, 银杏类 8 种, 松柏类 10 种, 计 56 种. 早期群落银杏类含量高, 晚期群落苏铁类、真蕨植物的双扇蕨科、马通蕨科、莲座蕨科含量高, 表明早期气候温凉, 晚期湿热.

对中生代植物群进行古气候资料分析时, 可以按植物类别进行统计, 真蕨纲各科气候差异显著, 依照各科属种数目百分含量及特殊属种生态特征进行统计分析具有一定意义^[3]. 川东地区早侏罗世自东向西植物群落有变化, 主要表现在对温度、湿度反映灵敏性的植物类型变化 (表 1、表 2). 为了进行统计, 据植物类别、典型目、科变化, 结合属种生态特征, 分别统计温度、湿度两类指数类型. 据温度变化, 植物分成两类: 喜热植物与广温植物. 当喜热植物在群落中含量超过 30% 称炎热型, 低于 30% 为温凉型. 有关湿度的变化, 通常蕨类植物喜潮湿, 裸子植物耐干旱, 据喜湿植物在群落中含量, 将湿度分为四级, 喜

湿植物在群落中含量超过 40% 为潮湿型, 40%~20% 为半潮湿型, <20% 为半干旱型, 植物化石稀少为干旱型. 为了使我们的统计数字达到一定精度, 化石的采集是关键. 必须分层精细(按地层剖面比例尺分层标准), 尽量系统采集群落组成分子的全部或绝大多数, 鉴定人员也必须有一定的专业训练, 化石鉴定力求准确. 从地层剖面(图 2、3)及表 1、2 分析比较可以看出, 早侏罗世开县一带地势差异明显, 地层剖面中反映由山间河流相向湖沼相转移, 早期银杏类、松柏类化石丰富, 晚期苏铁类、真蕨类昌盛, 地层剖面中植物化石垂直分异现象明显, 早期气候温凉, 晚期气候湿热. 宣汉、达县一带, 早侏罗世多为湖泊三角洲地带, 地形较平坦, 植物化石垂直分异现象在地层剖面中表现不明显, 多数为喜热型植物. 川东地区早侏罗世古气候与晚三叠世关系密切, 有继承性. 开县山区晚三叠世潮湿气候一直延续到早侏罗世晚期. 宣汉、达县湖泊三角洲地带晚三叠世潮湿气候延续到早侏罗世早期, 早侏罗世晚期由潮湿型转为半潮湿型. 总的来说, 本区早侏罗世珍珠冲期温度、湿度变化不大, 与晚三叠世须家河期比较, 湿度趋于下降, 温度趋于增高, 通常为湿热型.

4.2 古气候变化与成煤作用

通过对四川盆地晚三叠世须家河期古气候与成煤作用实例分析, 得出结论是随着湿度增加、温度下降有利于煤的形成^[3]. 珍珠冲组含煤性不及须家河组的可采煤层, 四川盆地早期中生代含煤地层沉积时期古气候变化与成煤作用关系有下列几种现象: (1)植物丛生的湖沼地区, 在地史演进中, 随着该区湿度增加、温度下降有利于煤的形成. (2)温度与湿度同步升高的环境, 不利于煤的形成. (3)湿度与温度同步下降的环境, 不利于煤的形成. (4)湿度下降, 温度升高的环境, 不利于煤的形成.

晚三叠世须家河早中期, 气候变化为湿度增加、温度下降, 因而在本区须家河三段、五段形成大面积可采煤层, 如广元、旺苍煤田, 华蓥山煤田. 须家河晚期湿度下降, 温度升高, 很少形成有价值煤田(须家河组七段). 珍珠冲期湿度与温度同步下降的宣汉、达县地区, 湿度、温度同步升高的开县, 均未形成有开采价值的煤田.

参考文献:

[1] 黄其胜. 须家河植物群[A]. 见: 殷鸿福, 杨逢清, 黄其胜, 等. 秦岭及邻区三叠系[C]. 武汉: 中国地质大学出版社,

1992, 77—83, 88—93, 174—179.

[2] 黄其胜, 鲁胜梅. 川东地区晚三叠世须家河植物群古生态初探[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1992, 17(3): 329—335.

[3] 黄其胜. 川北晚三叠世须家河期古气候及成煤特征[J]. 地质论评, 1995, 41(1): 92—99.

[4] 斯行健, 李星学. 中国中生代植物[M]. 北京: 科学出版社, 1963. 1—429.

[5] 叶美娜, 刘兴义, 黄国清, 等. 川东北地区晚三叠世及早侏罗世植物群[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1986. 90—94.

[6] 斯行健. 陕北中生代延长层植物群[A]. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所, 古脊椎与古人类研究所. 中国古生物志 139 册, 新甲种 5[C]. 北京: 科学出版社, 1956. 92—96.

[7] 黄其胜. 安徽省沿江一带早侏罗世象山植物群[J]. 地球科学——武汉地质学院学报, 1983, (2): 25—33.

[8] 黄其胜, 卢宗盛. 鄂东南武昌组早侏罗世植物群[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1988, 13(5): 545—552.

[9] 黄其胜, 卢宗盛, 黄剑勇. 赣东北早侏罗世林山植物群[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(3): 219—224.

[10] 黄其胜. 长江中下游早侏罗世植物化石垂直分异及其意义[J]. 地质论评, 1988, 34(3): 193—202.

[11] Harris T M. The fossil flora of scoresbya sound [J]. East Greenland, V1—V, Medd Om Gronland, 1935, 1937, 112(1—2): 1—176, 1—114.

[12] 周志炎. 湘西南早侏罗世早期植物化石[A]. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所, 古脊椎与古人类研究所编. 中国古生物志 165 册, 新甲种 7[C]. 北京: 科学出版社, 1984. 1—85.

[13] 周志炎. 侏罗纪植物群[A]. 见: 李星学, 编. 中国地质时期植物群[C]. 佛山: 广东科技出版社, 1995. 266—277.

[14] 吴舜卿, 叶美娜, 厉宝贤. 鄂西香溪群——晚三叠及早侏罗世植物化石[J]. 中国科学院南京地质古生物研究所所刊, 1980, 14: 124—129.

图 版 说 明

(标本保存在中国地质大学(武汉)博物馆, 凡未注明放大倍数者均为原大)

图版 I

珍珠冲组下部 *Sphenobaiera spectabilis*—*Baiera multiparti-ta* 组合主要化石.

- 1 奇丽楔拜拉 *Sphenobaiera spectabilis* (Nath.) Florin
四川开县温泉,珍珠冲组下部 II 段 10 层,登记号 CH9508
- 2 多裂拜拉 *Baiera multipartita* Sze et Lee
四川开县温泉珍珠冲组 II 段 6 层,登记号 CH9507
- 3 哈兹茨康叶 *Czekanowskia hartzi* Harris
四川开县温泉珍珠冲组 II 段 10 层,登记号 CH9506
- 4 似果穗属(未定种) *Strobilites* sp.
四川宣汉七里峡珍珠冲组下部,登记号 CH9503
- 5 斯考勒斯比属(未定种) *Scoresbya* sp.
四川达县珍珠冲组下部,登记号 CH9505
- 6 欣克苏铁杉 *Podozamites schenki* Heer
四川宣汉七里峡珍珠冲组下部,登记号 CH9502
- 7 假蕨羽叶(未定种) *Pseudoctenis* sp.
四川开县温泉珍珠冲组 II 段 6 层,登记号 CH9501

图版 II

- 珍珠冲组上部 *Ptilophyllum*—*Coniopteris* 组合主要化石.
- 1 阔叶格子蕨 *Clathropteris platyphylla* (Goeppert) Brong-

- niart
四川宣汉七里峡珍珠冲组上部,登记号 CH9518
- 2 那托斯特尔马叶 *Tyrnia nathorsti* (schenk) Ye
四川宣汉七里峡珍珠冲组上部,登记号 CH9510
- 3 侧羽叶型蕉羽叶 *Nilssonia pterophylloides* Nathorst
四川达县铁山珍珠冲组上部 20 层,登记号 CH9514
- 4 朝鲜似木贼 *Equisetites koreanicus* Konno
四川达县铁山珍珠冲组上部 20 层,登记号 CH9513
- 5 亚洲枝脉蕨 *Cladophlebis asiatica* Chow et Yeh
×3 示叶脉放大
四川达县铁山珍珠冲组上部 20 层,登记号 CH9509
- 6 首要似托第蕨 *Todites princeps* (Presl) Gothan
四川开县温泉珍珠冲组 IV 段. 19 层,登记号 CH9512
- 7 铁山锥叶蕨 *Coniopteris tiehshanensis* Ye et Lih
四川宣汉县七里峡珍珠冲组上部,登记号 CH9519
- 8 拟短型蕉羽叶 *Nilssonia parabrevis* Huang
四川开县温泉珍珠冲组 IV 段 16 层,登记号 CH9515
- 9 栉形毛羽叶 *Ptilophyllum pecten* (Phillips) Morris
×2,四川开县温泉珍珠冲组 III 段 13 层,登记号 CH9516

EARLY JURASSIC FLORA AND PALEOENVIRONMENT IN
DAXIAN AND KAIXIAN COUNTIES,
NORTH BORDER OF SICHUAN BASIN, CHINA

Huang Qisheng

(Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: The present paper deals with the composition, features and ages of the flora in the Zhenzhuchong Formation, north border of Sichuan basin. The plant fossils obtained are identified to belong to 95 species of 47 genera. This flora should be classified as *Ptilophyllum-Coniopteris* assemblage in the upper part of the *Dictyophyllum-Clathropteris* series in age equivalent to the Pliensbachian-Aalenian stage. In this sense, it can be closely associated with the *Thaumatopteris* zones in Greenland and Sweden. This paper also discusses the Jurassic paleoclimate in the Sichuan basin with the emphasis on the relationship between the Early Jurassic sedimentary environment and the coal-forming. It concludes that the increase of the humidity and the decrease of the temperature may have favored the formation of the coal.

Key words: Early Jurassic; flora; paleoclimate; coal-forming feature; Sichuan basin.