

吐鲁番—哈密盆地三口钻井的 地层划分及其生物群特征

35-40, 195

刘洪福

(西北大学地质学系, 710069, 西安太白北路1号; 45岁, 男, 副教授)

P618.130.2

摘要 以吐鲁番—哈密盆地3口钻井中所获得的生物化石为依据, 对其进行了较为细致的地层划分, 并讨论了它们的时代归属。根据丰富的孢粉化石, 首次确定了三叠纪地层在哈密盆地的存在。

关键词 吐鲁番—哈密盆地; 三叠系; 侏罗系; 孢粉组合, 三叠纪, 侏罗纪
分类号 Q911.65

吐鲁番—哈密盆地(简称吐—哈盆地)目前已有不少钻井, 其中60年代钻井约100多口, 80年代重新勘探以来, 业以完成的钻孔有5口(止于1988年)。对于井下的地层划分与对比均有专门机构进行研究(玉门石油局勘探开发研究院吐—哈综合研究队负责对原有钻井地层的分层对比工作; 石油天然气总公司勘探开发研究院承担对科学探索井台参1井的专题研究工作; 华北石油管理局勘探开发研究院承担托参1井和哈参1井的专门研究工作等), 我们对部分重要参数井进行了观察研究。

1988年, 在测制完盆地西南缘艾维尔沟、西北缘桃树园子和盆地中部连木沁等晚古生代及中生代地层剖面以后, 应邀对台北凹陷台参1井的岩心进行了观察对比。该井完成后对钻遇最低层位的时代曾存有不同看法, 有人认为已钻到了三叠系。经我们观察认为, 台参1井从上到下其岩性特征、生物群面貌和地层间的接触关系均与连木沁剖面完全可以进行对比, 据此提出该井未穿透侏罗系, 下部层位应为中下侏罗统的意见。此问题后来得到了证实, 并采纳了我们的方案。

1988年底, 哈参1井正进行钻探, 未能系统观察。该井钻至1500m以后, 大套暗色泥岩及粉、细砂岩呈互层出现, 对其下部层位(2000m左右)的地层时代归属存有较大分歧, 有人认为仍为侏罗系, 有的则认为已钻达二叠系。为及时提供该岩心段的地层时代信息, 曾采集了深度在1900m上下的标本进行处理, 获得了丰富的孢粉化石, 并发现 *Neocalamites carrerei* 等植物化石。根据孢粉组合面貌分析, 认为其时代为晚三叠世, 并首次发现晚三叠世地层在哈密盆地的存在。

1989年夏, 在实测野外地质剖面时, 对哈密拗陷和托克逊凹陷的3口参数井(哈参1井、托参1井及胜101井)的岩心进行了观察描述, 采集了部分古生物样品进行室内分析鉴定, 并对其生物群特征、地层时代及划分对比进行了初步研究。由于没有系统的录井资料, 下面仅根据所采集的动、植物化石和所取得的孢粉资料, 并结合岩性及岩相特征提出地层划分及时代归属依据, 进而与盆地周缘相近的地层剖面进行对照, 提出初步对比意见。对未见生物化石的层段未予讨论。

1 哈参1井

该井位于哈密市西北约25km处的兰(州)新(疆)公路北侧附近。完钻井深为2615.92m。根据岩性特征及获得的生物化石分析, 新生代以下钻遇地层为: 中生代的侏罗系中下统, 自上而下包括西山

窑组(J_{2x})、三工河组(J_{2s})和八道湾组(J_{2b});上三叠统郝家沟组(T_{3h})和黄山街组(T_{3hs});中三叠统克拉玛依组(T_{2k})。

经过对哈参 1 井进行系统取样和分析鉴定,在井深 930~2 466 m 之间的岩心段中获得了比较丰富的孢粉化石,在井深 699.34~705.55 m, 860.87~864.37 m, 930.00~1 035.19 m 及 1 431.53~2 296.45 m 岩心段获得植物化石。

1.1 晚三叠世生物群及其分布特征

在井深 1 575 m 以下各岩心段的孢粉组合如下:

在井深 2 461.75~2465.96 m 地层中,见蕨类植物孢子,*Lycopodiacidites* sp., *Duplexisporites gyratus*, *Annulispora folliculosa*, *Annulispora* sp., *Aratrisporites exiguus* 等;裸子植物花粉:*Piceapollenites* sp., *Pinuspollenites* sp., *Protohaploxylinus* sp. 等分子。

在井深 2 090.62~2 296.45 m 层段中,见蕨类植物孢子:*Stereisporites* sp., *Cyclogranisporites* sp., *Lycopodiumsporites subrotundus*, *Annulispora* sp., *A. folliculosa*, *Aratrisporites exiguus*, *A. minimus*, *A. fischeri*, *A. grannulatus*;裸子植物花粉仅见有 *Caytonipollenites pallidus*, 但比较丰富。

井深 2 211.73~2 215.06 m 的岩层中,含有丰富的孢粉。蕨类植物孢子有:*Retusotriletes* sp., *Apiculatisporites* sp., *Baculatisporites* sp., *Acanthotriletes* sp., *Annulispora folliculosa*, *Aratrisporites exiguus*, *A. fischeri*, *A. grannulatus*, *Marattisporites scabratus*, *Cingulatisporites* sp., *Polycingulatisporites* sp. 等;裸子植物花粉:*Alisporites* sp., *Chordasporites* sp., *Taeniaesporites* sp., *Caytonipollenites pallidus*, *C. contectus*, *Spheripollenites subgranulatus*, *Psophosphaera* sp., *Cycadopites typicus*, *Ephedripites* sp. 等。

井深 2 049.78~2 055.23 m 的层段中,获得裸子植物孢子:*Granulatisporites* sp., *Baculatisporites* sp., *Neoraistrickia* sp., *Acanthotriletes* sp. 等;裸子植物花粉:*Alisporites* sp., *Piceapollenites* sp., *Pinuspollenites* sp., *Protohaploxylinus* sp., *Callialasporites* sp. 等。

在井深 1 573.20~1 578.50 m 的层段中,也获得了丰富的孢粉化石,标本为黑色泥岩,其中具多条沥青细脉,含 *Neocalamites hoerensis* 植物化石。蕨类植物孢子:*Calamospora* sp., *Punctatisporites* sp., *Cyclogranisporites* sp., *Osmundacidites wellmanii*, *Verrucosisporites* sp., *Aratrisporites scabartus*, *A. paenulatus*;裸子植物花粉:*Protoconiferus* sp., *Protopinus* sp., *Pseudopinus* sp., *Florinites* sp., *Chordasporites* sp., *C. singulichorda*, *Pinites* sp., *Accinctisporites* sp., *Pinuspollenites* sp., *Piceapollenites* sp., *Podocarpidites* sp., *Caytonipollenites pallidus*, *Psophosphaera* sp., *Chasmatisporites* sp.。

植物化石见于井深 1 431.53~2 296.45 m 的地层中,主要分子有:*Neocalamites carrerei*, *N. carcinoides*, *N. hoerensis* 及 *Danaeopsis* sp.。

1.2 晚三叠世地层的确定及时代讨论

对于哈参 1 井的地层划分与地面、邻区盆地及其他地区的对比,主要以古生物资料为依据,结合岩性及岩相特征予以概略讨论。

哈参 1 井根据生物群组合面貌和岩性特征,结合盆地周缘三叠系的沉积发育特征,可能最深钻到中、上三叠统克拉玛依组。该组在吐—哈盆地及其周缘地区为一跨统的地层单位,其上部根据化石组合仍属晚三叠世。其证据是:其一,从岩性特性来看,晚三叠世地层在吐—哈盆地以灰绿、深灰及灰黑色泥岩及粉砂质泥岩为主,而克拉玛依组上部则以出现棕红、褐红色泥岩及粉砂质泥岩为特征;其二是在井深 2 462.25 m 的岩层中所含的孢粉化石与其上晚三叠世孢粉化石面貌几乎完全一致,并含有晚三叠世常见植物化石 *Neocalamites carrerei* 等,且比较丰富。因此该岩心段最低也只能属于克拉玛依组的上部层位,在此以下可能为克拉玛依组下部层位。

晚三叠世孢粉组合中,裸子植物花粉多于蕨类植物孢子,前者占组合总数的 62%。裸子植物花粉以双囊粉较多,除主要有 *Alisporites*, *Piceapollenites*, *Pinuspollenites* 及 *Caytonipollenites* 外,本体具肋的双囊粉占有一定数量,*Chordasporites*, *Taeniaesporites* 及 *Protohaploxylinus* 共占 7%。*Psophosphaera* 和 *Cycadopites* 在组合中比较常见,而 *Cerebropollenites* 及 *Callialasporites* 只是偶尔发现。

在蕨类植物孢子中,以具纹饰的为主,有 *Granulatisporites*, *Apiculatisporis*, *Osmundacidites* 及 *Neoraistrickia*, 具环的 *Annulispora* 及单缝的 *Aratrisporites* 在组合中频繁出现,而 *Marattisporites* 仅零星可见。

在上述组合中, *Annulispora*, *Aratrisporites* 及具肋双囊粉都是三叠纪常见分子,尤其是 *Aratrisporites* 被视为三叠纪的标志分子,而且这两个属也都是晚三叠世较为特征的化石,所以本组合属三叠纪无疑。从总的组合面貌分析,该组合既不同于以 *Lundbladispota* 为特征的早三叠世孢粉组合,也区别于以 *Punctatisporites* 为特征的中三叠世孢粉组合,而与陕甘宁盆地延长组及吐鲁番桃树园子和托参 1 井的晚三叠世组合特征极为相似,其时代应划归为晚三叠世。

在井深 1 431.53~2 296.45 m 的许多层段中,均发现有较多的植物化石 *Neocalamites carrerei*, *N. carcinoides*, *N. hoerensis* 及 *Danaeopsis* sp., 虽然属种不多,却具有比较重要的地层意义。上述化石广泛产出于新疆及其邻区晚三叠世地层中。

从井深 1 573.20~1 578.50 m 层段中获得的孢粉,虽然类型简单,但却具有重要地层意义。孢子中 *Aratrisporites* 占优势,该属孢子在南、北半球广泛分布于三叠纪,在前苏联主要见于中、晚三叠世,它的广阔的地质分布被认为是三叠纪指示性的孢子。花粉中主要是一些气体与气囊分化不够完善的古型松柏类双囊粉,并见有三叠纪常见分子 *Chordasporites*。具肋双囊粉,如 *Taeniaesporites*, *Striatites* (= *Protohaploxylinus*, *Striatoabietites*, *Striatopodocarpites*) 在组合中未见到。上述情况与长庆油田勘探开发研究院(1982)对“陕甘宁盆地南部中生界孢粉组合”的研究结果很相似,据资料介绍,延长组第五段的孢粉组合中, *Aratrisporites* 居显著地位,无肋双囊粉增加,而具肋粉在组合中仅零星出现或无。这与本组合的特征是一致的。另外,手标本见有丰富的植物化石 *Neocalamites hoerensis*, 其时代归属与上述孢粉组合是一致的。

根据以上生物群面貌分析,并结合岩性及沉积相特征,我们认为将井深 1 404 m 作为侏罗系和三叠系的界线比较合适,将以下地层划归中上三叠统小泉沟群。

哈参 1 井是否钻遇下三叠统上仓房沟群,是我们很重视的问题之一。根据前面所讨论的中上三叠统生物群面貌及其岩性特征,参考哈密盆地北缘库莱地区下三叠统上仓房沟群的岩性特征及地层层序,认为该井未钻遇下三叠统。库莱地区下三叠统上仓房沟群发育完整,层序清晰,主要岩性为紫红、褐红色砾岩、细砾岩、含砾粗砂岩、细砂岩、泥岩等,灰绿色岩石很少,且仅见于剖面的下部和顶部,总厚度为 529.3 m,在下三叠统韭菜园组底部首次发现水龙兽化石 *Lystrosaurus* sp.。哈参 1 井在井深 2 090 m 虽然也出现了少量棕红色泥岩及粉砂质泥岩,但以深灰色泥岩为主,并含有中、晚三叠世的孢粉组合及植物化石,总体反映了中三叠统克拉玛依组沉积特征,而与下三叠统上仓房沟群的岩性特征却相差甚远。

1.3 早、中侏罗世生物群及其分布特征

在井深 1 030.78~1 035.19 m 层段中获得了下列孢粉化石。蕨类植物孢子: *Deltoidospora* sp., *Cyathidites minor*, *Granulatisporites* sp., *Osmundacidites wellmanii*, *O. alpinus*, *Cibotiumspora juncta*, *C. paradoxa*, *C. jurenensis*, *Lycopodiumsporites subrotundus*, *Duplexisporites gyratus* 等; 裸子植物花粉: *Protopinus* sp., *Alisporites* sp., *Quadraeculina limbata*, *Q. enigmata*, *Cerebropollenites* sp., *Cycadopites typicus*, *C. nitidus* 等。

在井深 930.00~699.34 m 的地层中,孢粉组合面貌与上述井深 1 030.78~1 035.19 m 层段基本相似,主要分子有: *Cyathidites minor*, *Cibotiumspora juncta*, *C. paradoxa*, *C. jurenensis*, *Quadraeculina limbata*, *Q. enigmata*, *Cerebropollenites* sp., *Callialasporites* sp., *Cycadopites typicus*, *C. nitidus* 等。

井深 699.34~705.55 m 岩层中含有下列植物化石: *Sphenobaiera* sp., *Ginkgoites* sp., *Czekanowskia rigida*, *Phoenicopsis* sp., *Equisetites* sp., *Podozamites* sp.。

在井深 860.87~864.37 m 层段中含有: *Cladophlebis calcariformis*, *Podozamites lanceolatus*, *Ginkgoites* sp., *Equisetites ferganensis*。

在井深 930.00~1 035.19 m 地层中含有: *Czekanowskia rigida*, *Equisetites ferganensis*, *Ginkgoites sibiricus*, *Podozamites lanceolatus*。

1.4 早、中侏罗世地层的确定及对比

从上述早、中侏罗世生物群面貌不难看出,在孢粉化石中出现了 *Cyathidites minor*, *Cibotiumspora*, *Cerebropollenites*, *Callialasporites*, *Cycadopites*, *Quadraeculina* 等一些侏罗纪组合中常见分子,而 *Cyathidites minor* 含量高,是国内外许多中侏罗世孢粉组合的显著特征。其组合总体面貌与陕甘宁盆地中的延安组、哈密三道岭、鄯善火焰山等地区中侏罗世孢粉组合特征比较相似,其时代应归于中侏罗世。从井深 1 034 m 附近出现了以 *Cyathidites minor*, *Cibotiumspora*, *Quadraeculina* 和 *Cerebropollenites* 等为代表的侏罗纪孢粉常见化石,同时又未见到诸如 *Annulispora*, *Aratrisporites* 及具肋双囊粉等三叠纪的孑遗分子。井深 1 034 m 以上出现 20 m 以上的含砾砂岩和砾岩,再向上为泥砂岩及煤层,而 1 034 m 以下为黑色及灰色泥岩和砂岩,上下微相也有差异,故将 1 034 m 作为中侏罗统的底界。而下侏罗统八道湾组的下部,在区域上又稳定地分布着一套灰白色砾岩、砂砾岩及粗砂岩,该套地层见于 1 179~1 400 m,其下为深灰色粉砂质泥岩,其中含有常见于晚三叠世的植物化石组合, *Neocalamites carrerei*, *N. carcinoides*, *N. hoerensis* 及 *Dannaeopsis* sp., 所以将 1 034~1 404 m 层段划为下侏罗统,这与前面三叠系顶界的分析也是一致的。在上述孢粉组合中未发现自晚侏罗世开始出现的海金砂科的孢子,由此说明哈参 1 井可能缺失晚侏罗世地层,这一结论与哈密三道岭地区及其周缘侏罗系的沉积发育特征也是相一致的。

2 托参 1 井

托参 1 井位于托克逊县以西约 38 km 处的公路南侧。构造位置为吐鲁番拗陷托克逊—吐鲁番凹陷西部伊拉湖构造带。完钻井深为 3 109.48 m,根据生物群特征及其岩性分析,钻遇地层自上而下为中侏罗统三间房组和西山窑组,下侏罗统三工河组,中上三叠统小泉沟群,包括上统郝家沟组和黄山街组,中统克拉玛依组。底部在井深 3 098.7 m 层段被断层切割,为灰绿色含方解石脉的角砾岩,角砾具断层擦痕。

2.1 孢粉组合面貌及时代讨论

托参 1 井岩样经分析和鉴定,分别在下列层段中获得孢粉化石:

在井深 2 535.38~2 540.29 m 的岩层中获得了下列孢粉化石。蕨类植物孢子: *Granulatisporites* sp., *Anapiculatisporites marginispinosus*, *Cibotiumspora paradoxa*, *C. jurenensis*, *Duplexisporites undulatus*, *D. gyratus* 等;裸子植物花粉: *Protoconiferus* sp., *Chordasporites* sp., *Taeniaesporites novimundi*, *Protohaploxylinus* sp., *Podocarpidites proximus* 等。

井深分别在 2 443.64~2 452.32 m, 2 433.84~2 442.25 m 和 2 131.20~2 133.72 m 的层段中获得了孢粉组合面貌非常相似的分子,而且极为丰富。蕨类植物孢子: *Dictyophyllidites* sp., *Cyathidites minor*, *Calamospora* sp., *Retusotriletes hercynicus*, *R. curvatus*, *Punctatisporites* sp., *Apiculatisporis* sp., *A. spiniger*, *Anapiculatisporites marginispinosus*, *Baculatisporites comaunensis*, *B. versiformis*, *Lophotriletes* sp., *Acanthotriletes* sp., *Neoraistrickia* sp., *Cibotiumspora juncta*, *C. paradoxa*, *C. jurenensis*, *Converrucosisporites* sp., *Verrucosisporites* sp., *Osmundacidites wellmanii*, *Annulispora planula*, *A. folliculosa*, *Annulispora* sp., *Lophozonotriletes* sp., *Krauselispores junggarensis*, *K.* sp., *Polycingulatisporites* sp., *Aratrisporites granulatus*, *Lycopodiacidites rugulatus*, *Lycopodiumsporites*, sp., *Duplexisporites undulatus*, *D. gyratus*。裸子植物花粉: *Protoconiferus* sp., *Chordasporites* sp., *Colepectopolis* sp., *Taeniaesporites novimundi*, *T. jiaochengensis*, *T. junior*, *T. noviaulensis*, *Protohaploxylinus* sp., *Striatoabietites* sp., *Striatopodocarpidites* sp., *Podocarpidites* sp., *P. proximus*, *Alisporites* sp., *Pityosporites* sp., *Minutosaccites* sp., *Pinuspollenites* sp., *P. caepollenites*, *Cycadopites typicus*, *C. carpentieri*, *Chasmtosporites* sp.。

在井深 1 865.34~1 869.34 m 岩层中仅获得几粒蕨类植物孢子: *Lycopodiumsporites* sp.。裸子植物花粉丰富: *Cycadopites typicus*, *C. carpentieri*, *Piceapollenites* sp., *Pinuspollenites* sp., *Quadraeculina*

sp., *Lycopodium sporites* sp. 等。

井深 1 861. 26~1 865. 34 m 的层段中未见孢子化石, 仅获得了下列裸子植物花粉: *Quadraeculina* sp., *Cycadopites typicus*, *C. carpentieri*, *Chasmatosporites* sp.。

在井深 1 526. 10~1 531. 10 m 岩层中出现了下列孢粉。蕨类植物孢子: *Stereisporites Perforatus*, *Deltoidospora* sp., *Cyathidites minor*, *Granulatisporites* sp., *Apiculatisporis spiniger*, *Baculatisporites comauensis*, *B. versiformis*, *Lophotriletes* sp., *Acanthotriletes* sp., *Cibotiumspora juncta*, *Verrucosiporites* sp., *Osmundacidites wellmanni*, *O. alpinus*, *Polycingulatisporites* sp., *Lycopodium sporites* sp., *Duplexisporites undulatus* 等; 裸子植物花粉: *Protoconiferus* sp., *Protopinus* sp., *Colepectopollis* sp., *Alisporites* sp., *Quadraeculina* sp., *Cycadopites typicus* 等。

上述组合中裸子植物花粉多于蕨类植物孢子, 占总数的 56%, 孢子占 44%。

蕨类植物孢子中主要是具纹饰的三缝孢, 以具刺的最多, 有 *Apiculatisporis*, *Anapiculatisporites* 和 *Lophotriletes*; 其次是 *Osmundacidites*, *Baculatisporites*, *Granulatisporites* 及 *Neoraistrickia*, *Verrucosiporites* 及 *Convrrucosiporites*。光面的 *Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Dietyophyllidites*, *Cibotiumspora* 多见于井深 1 861. 26~1 869. 34 m 的层段中, 以下则极少, 只零星出现。具环的孢子在组合中常见, 有 *Annulisporea*, *Duplexisporites*, *Krauselisporites*, *Aratrisporites* 等, 其中以 *Annulisporea* 最多, 占 6%, 而单缝孢 *Aratrisporites* 仅偶尔发现。

裸子植物花粉中以无肋双囊粉占优势为特征, 以 *Alisporites* 为主, 占 20%, 其次是 *Pinuspollenites*, *Piceapollenites* 和 *Podocarpidites* 在组合中频繁出现。另外具少量的 *Protoconiferus*, *Protopinus* 及 *Quadraeculina*。具肋双囊粉主要有 *Colepectopollis*, *Taeniaesporites*, *Protohaploxylinus*, *Striatoabietites*。并且以 *Taeniaesporites* 较常见。具肋双囊粉见于井深 2 535. 38~2 540. 23 m, 2 433. 84~2 442. 25 m 和 2 131. 20~2 133. 72 m 岩层中, 其他样品中均未出现。组合中单沟花粉 *Cycadopites* 在井深 1 865. 34~1 869. 34 m 层段中较丰富, 且伴有较多的 *Chasmatosporites*, 在其以下地层中仅零星出现。

从上述孢粉面貌及分布特征来看, 可得出下列 3 点结论。

(1) 井深 2 540. 29~2 131. 20 m 的孢粉组合特征反映了晚三叠世的面貌, 与吐鲁番桃树园子、哈参 1 井、吉木萨尔大龙口等地区的上三叠统黄山街组和郝家沟组, 及陕甘宁盆地的上三叠统延长组孢粉面貌极为相似, 可以进行对比。

(2) 在井深 2 540 m 以下的岩层中未获得孢粉化石, 根据吐—哈盆地及其周缘该套地层的岩性特征及其与上覆、下伏地层的接触关系和沉积特点, 推测其时代可能为中、晚三叠世, 可与克拉玛依组对比。该层段主要岩性为砾岩, 在底部井深 3 098. 7 m 处为灰绿色角砾岩。角砾岩具断层擦痕和方解石细脉, 说明该处有断裂破碎现象。这一特征与邻近的艾维尔沟一带克拉玛依组的沉积特征是一致的。在艾维尔沟地区, 克拉玛依组厚 70. 4 m, 中、下部有 40 m 左右的灰绿、黄绿色块状砾岩、含砾砂岩, 底部砾岩与上二叠统上部灰黑、黑色泥岩, 夹薄层灰岩及褐灰色粉砂质页岩呈断层接触, 局部呈微角度不整合接触。因而, 根据地层层序、岩性特征及接触关系, 推测该段地层的岩性特征与中—上三叠统克拉玛依组非常相似, 而与上二叠统的沉积特征却相差甚远。

(3) 井深 2 084. 29~1 031 m 出现了一些繁盛于侏罗纪的孢粉分子: *Cibotiumspora*, *Quadraeculina*, *Deltoidospora*, *Dictyophyllidites*, *Cyathidites*, *Lycopodium sporites*, *Duplexisporites*, *Cycadopites* 等, 而繁盛于中侏罗世的 *Cyathidites minor* 含量很少, 因此, 该层段的时代可能为早侏罗世。

2. 2 植物化石面貌及时代讨论

晚三叠世分别见于井深 2 535. 38~2 540. 23 m, 2 443. 64~2 452. 32m 和 2 433. 84~2 442. 25m 的岩层中。主要分子有: *Glossophyllum* sp., *G. shensiensis*, *Neocalamites carrerei*, *N. koerensis*。上述植物化石属种虽然简单, 但却为吐—哈盆地晚三叠世郝家沟组和黄山街组中的主要化石。其时代归属与孢粉的结论是一致的。

早侏罗世植物化石分别产于井深 2 079. 23 ~ 2 084. 65 m, 1 861. 26 ~ 1 865. 34 m, 1 712. 20~1 717. 20 m, 1 526. 10~1 531. 10 m 及 1 348. 10~1 183. 30 m 的岩心中。见有下列属种: *Equisetites fer-*

ferganensis, *E. sp.*, *Podozamites lancolatus* (L. et H.), *Sphenobaiera longifolia* (Promel) Florin, *Czekanowskia rigida* Heer, *Nilssonia orientalis* Heer, 球形松果及鱼鳞化石。上述植物化石时限虽然较长,但是,在吐—哈盆地及其周缘地区却是早侏罗世三工河组和八道湾组中的常见分子,结合孢粉组合及岩性特征,其时代为早侏罗世似无疑问。

根据以上分析,结合岩性及沉积环境,对该井做以下概略划分:井深 2 084~2 124 m 之间,为一套灰色及浅灰绿色砾岩,其下出现一套黑色及黑灰色泥岩,若将这套砾岩视为下侏罗统的底部砾岩,则可将 2 124 m 深度作为侏罗系的底界。其上、下的沉积相也有明显差异。同样根据区域上侏罗系的沉积特征及该井生物群分布情况,以井深 950 m 处作为中、下侏罗统的界线是较为合适的。

3 胜 101 井

胜 101 井仅在井深 598.71~602.71 m (样品编号:Shb-18)、609.63~613.83 m 层段中分析出了丰富的孢粉化石,同时含有较多的叶肢介、双壳、介形虫及鱼鳞化石,现列名单如下:

蕨类植物孢子:*Clamospora sp.*, *Osmundacidites wellmanii* Couper, *Densoisporites sp.*, *Lycopodiumsporites clavatoides* Couper.

裸子植物花粉:*Palaeoconiferus sp.*, *Protoconiferus sp.*, *Protopinus subluteus* Bolchovitina, *Pristinuspollenites rousei* (Pocock) Pu et Wu, *Piceites expositus*, *P. podocarpoides* Bolch, *Piceapollenites complanatifomis* (Bolch.) Xu et Zhang, *P. mesophyticus* (Pokr.) Xu et Zhang, *Pinuspollenites sp.*, *Podocarpidites sp.*, *Quadraeculina limbata* Mal, *Q. enigmata* (Couper) Xu et Zhang, *Araucariacites australis* Cookson, *Cerebropollenites mesozoicus* (Couper) Nilsson, *Callialasporites sp.*, *Cycadopites sp.*, *Chasmatosporites apertus* (Rogalska) Nilsson, *C. elegans* Nilsson, *Classopollis annulatus* (Verb.) Li, *C. parvus* (Brenner) Xu et Zhang, *C. qiyangensis* Li et Shang.

另外含有叶肢介:*Euestheria sp.*, *Sinokontikia?* sp.; 双壳:*Ferganoconcha elongata*, *Pseudocardinia sp.*; 介形虫:*Darwinula impudica*, *D. sarytimenensis* 及鱼鳞化石,是中侏罗世的常见属种。

在上述孢粉组合中,孢子植物花粉占绝对优势,占总量的 85%,其中 *Classopollis* 居首位,占 70%,其次是松科及罗汉松科花粉占 10%,主要分子有 *Piceites*, *Pinuspollenites*, *Piceapollenites*, *Quadraeculina* 及 *Podocarpidites*。较原始的具囊粉 *Protoconiferus*, *Palaeoconiferus* 不多。其余分子,如 *Callialasporites*, *Cerebropollenites*, *Araucariacites* 及 *Cycadopites* 仅零星可见。

蕨类植物孢子占 10% 以上,常见分子有: *Cyathidites minor*, *Osmundacidites* 及 *Concavissimisporites*, 其他属种都是个别或偶尔出现。

从上述组合中的孢粉成分来看,都是侏罗纪孢粉组合中的常见分子,未见三叠纪子遗分子,如 *Ara-trisporites*, *Annulisporites*, *Taeniaesporites* 及 *Chordasporites* 等,其总体面貌显得较新,与陕甘宁盆地的直罗组和安定组孢粉组合特征有相似之处。从 *Classopollis* 的含量高来看,与安定组很相似,但该组合中未见到晚侏罗世开始出现的某些海金砂科的孢子,我们所见到的 *Concavissimisporites* 个体小,外壁也较薄,其亲缘关系可能与桫欏科有关。因此,结合动物化石及岩性特征,该组合的时代可定为中侏罗世,可与中侏罗统三间房组和七克台组对比。

4 结束语

对于上述 3 口井所进行的系统研究,为吐—哈盆地的石油勘探提供了可信的生物组合及地层划分对比依据,具有重要的理论和应用参考价值。

孢粉化石由西安地质矿产研究所张子福助理研究员负责分析与鉴定;另外,还得到了玉门石油管理局、研究院领导和同行们的大力支持及热情帮助。在此向他们表示衷心感谢。

(下转第 50 页)

65-69
脱硫弧菌的分离研究郭爱莲¹⁾ 侯静芬¹⁾ 黄淑菊²⁾ ✓ Q939.105

(1)西北大学生物系,710069,西安太白北路1号;2)西安交通大学,710049,西安市咸宁西路;第一作者48岁,女,副教授)

摘要 报道了脱硫弧菌(*Desulfovibrio desulfuricans*)的分离研究情况。应用 Baars, Starkey 和改良的 Miller 氏培养基,从9种土壤和污泥中分离出了脱硫弧菌,并对其生理生化特性作了一定研究和探讨。这些研究结果有助于进一步对管道细菌腐蚀机理的了解和认识。

关键词 脱硫弧菌; 培养基; 分离 生理学
分类号 Q939

材料的微生物腐蚀,越来越引起工程界的关注,它涉及石油、化工建筑、电力、钢铁、矿山、机械、通讯、航空、核能等多种工业部门,这类微生物的分离研究也日益受到重视^[1]。Butlin 和 Vernon 以及 Minchin^[2]曾报道受严重腐蚀的地下管线70%归于细菌作用。Kulman 报道了类似的研究结果,Iversen 报道有一组被腐蚀的生产油井,其中77%是由于硫酸盐的还原作用。英国菌腐蚀损失1.3亿英镑/年,美国微生物腐蚀达160~170亿美元/年,我国在这方面的损失估计也高达22亿元/年。由此可见细菌腐蚀造成的损失是相当惊人的。厌氧细菌的腐蚀和硫酸盐还原菌存在有密切关系,脱硫弧菌(*Desulfovibrio desulfuricans*)是一类重要的硫酸盐还原菌,是铁和低碳钢腐蚀中的一个重要因素。由于它的存在,钢的腐蚀速度可增加15倍,故对脱硫弧菌的研究有重要的现实意义。

1 材料和方法

1.1 材料

土样取自地下1 m深处(施工处)的自然土及污泥。本实验分别从西安的9个地方取土样。

表1 土样来源及编号

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
土样来源	皮革厂 污泥	城河 污泥	西大7号 楼东土样	大南门 土样	和平门外 土样	西北大学 校门口	小雁塔 土样	李家村 土样	西大6号 楼后土样

1.2 培养基

采用下列培养基进行分离、纯化和培养。

1.2.1 富集试验培养基 用 Baars 培养基作初步分离物的富集^[3],用加或不加 Na_2SO_4 , 加入不同亚铁盐作以对照。配制 Baars 培养基,98.07 kPa,25 min 灭菌。另外配制1%的 $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的溶液,蒸1 h,连续3天进行间歇灭菌,使用前临时在每100 mL 培养基内加入5 mL 的上清液。再配制

• 国家自然科学基金资助课题

收稿日期:1992-12-24