



北秦岭陶湾群新发现的微体化石及其对地层时代的限定

王宗起* 高联达 王 涛 姜春发

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

摘要 由于前人在陶湾群中发现的微体化石在数量和种类上的局限, 以及对在灰岩块和砾岩中发现的寒武纪化石在成因和地层属性上的不同认识, 其地层时代至今仍存争议. 在陕西商洛地区陶湾群郭岭组、三岔口组、风脉庙组和垢神庙组等多个层位中发现疑源类、几丁虫和虫颚等微体化石共计 16 属 26 种, 其中疑源类 7 属 13 种; 几丁虫 7 属 9 种, 虫颚 2 属 2 种. 化石产在原生地层的稳定层位和基质中, 其时代主要为早奥陶世. 由此, 陶湾群时代可限定为奥陶纪.

关键词 陶湾群 微体化石 早奥陶世 北秦岭

1 地层研究概况

北秦岭的陶湾群主要由变质的砂板岩、砾岩和泥质大理岩组成. 分布区域为西起陕西省商州市的牧护关, 经洛南县、河南省卢氏县到栾川县(图 1(a)). 原以是否包括洛南-栾川断裂以南的谢湾组大理岩, 有广义和狭义的陶湾群之分. 现均指狭义的陶湾群.

陶湾群的时代长期受到人们的重视和研究, 虽取得了许多进展和证据, 但至今存在很大争议. 陶湾群于 1964 年建组, 时代划为早元古代^[1]. 河南地质三队在河南栾川进行 1:5 万区调时, 改组为群, 并据底部三岔口组砾岩假整合于元古界鱼库组之上, 认为时代为青白口纪^[1]. 熊润清^[2]根据地层构造和地层层序分析, 认为陶湾群为寒武纪. 张秋生等^[3]认为广义的陶湾群与下伏宽坪群整合过渡, 归属震旦系. 张维吉等^[4-6]根据地层接触关系、同位素测年和古生物等资料综合分析, 将陶湾群定为奥陶纪, 后改为寒武纪-奥陶纪. 王作勋等^[7-9]将洛南县页山河罗村附近的白

云岩划为蓊县系罗村组, 认为陶湾群的砂砾岩不整合其上, 时代定为青白口纪; 后修订为震旦纪. 陕西区调队在黑龙口-大荆一带 1:5 万区调中发现陶湾群不整合于寒武系之上, 认为其时代为奥陶纪-志留纪^[10]. 陆岩^[11]根据在洛南高疙瘩三岔口组采到的微古植物化石, 也把陶湾群划归早古生代. 张宗清等^[12]通过对陶湾群的年代学研究, 认为陶湾群形成于震旦纪. 到上世纪 80 年代后期, 在陶湾群中陆续发现了可靠的古生物证据. 胡德祥等^[13]和杨巍然等^[14]在陕西大荆庙湾水库、河南栾川和方城的三岔口组砾岩中发现了三叶虫等古生物碎片, 推断时代为早古生代, 可能包括部分震旦纪. 王宗起^[15]在洛南陶湾群中发现了大量的含寒武纪化石的灰岩块, 并鉴定其为外来滑塌岩块, 据此认为时代为奥陶纪. 王振东等^[16]鉴定了部分灰岩块中的化石为早寒武世组合, 但认为含化石的灰岩为陶湾群中的沉积夹层, 陶湾群为寒武系. 中法秦岭合作研究队也在陶湾群中发现

收稿日期: 2007-03-12; 接受日期: 2007-08-08

中国地质调查局地质调查项目(编号: 1212010611807)和国家自然科学基金项目(批准号: 40602026)资助

* E-mail: wzq@ccsd.org.cn

1) 西北地质局. 栾川幅地质图及说明书(1: 20 万), 1965

2) 王宗起. 陕西洛南柏峪寺-灵口地区地层时代与构造特征初探. 中国地质科学院地质研究所硕士论文. 1986

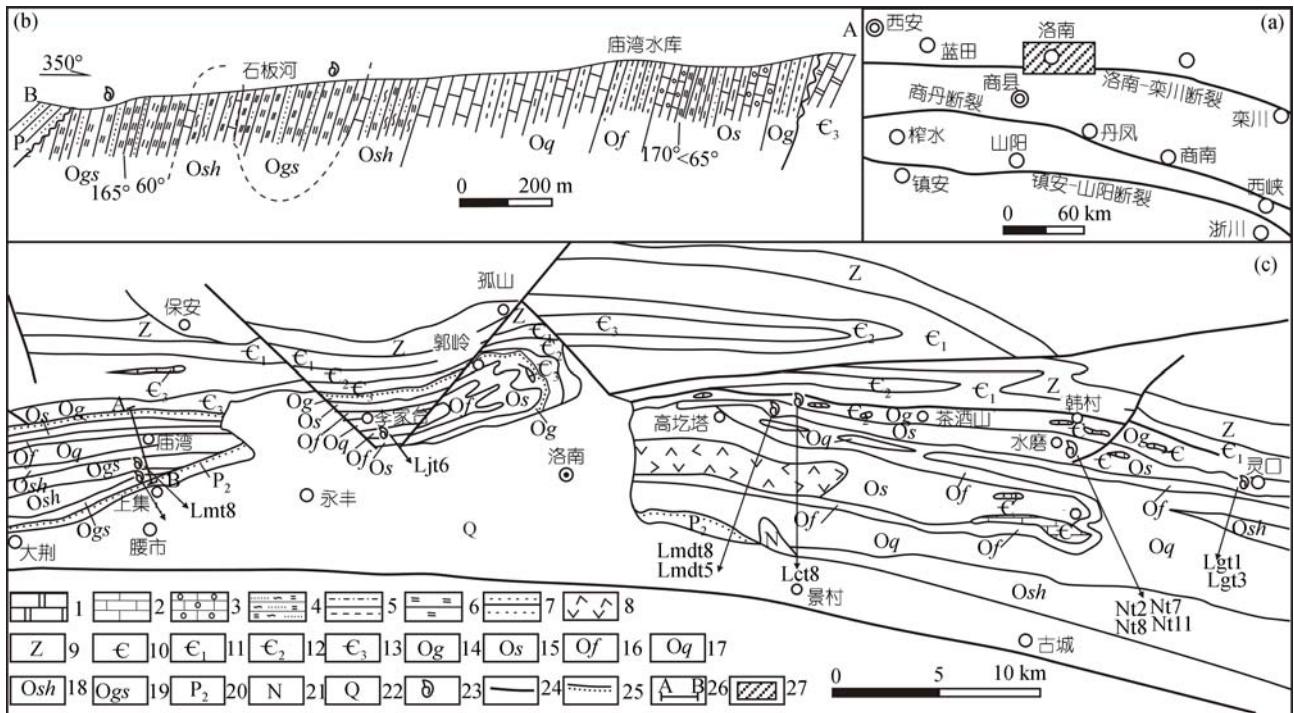


图 1 陕西陶湾群地质特征与微体化石发现点

(a) 研究区位置示意图; (b) 洛南石板河-庙湾剖面及其化石点((c)图中的 A-B); (c) 陕西省商洛地区陶湾群地质简图及微体化石发现点(永丰以西地区据陕西区域地质调查队 1:5 万区调资料¹⁾)。1, 大理岩; 2, 灰岩; 3, 含砾灰岩; 4, 绢云千枚岩; 5, 粉砂质板岩; 6, 泥质板岩; 7, 砂岩; 8, 火山岩; 9, 震旦系; 10, 寒武系; 11, 下寒武统; 12, 中寒武统; 13, 上寒武统; 14, 奥陶系郭岭组; 15, 奥陶系三岔口组; 16, 奥陶系凤脉庙组; 17, 奥陶系秋木沟组; 18, 奥陶系石板河组; 19, 奥陶系垢神庙组; 20, 中二叠统; 21, 第三系; 22, 第四系; 23, 采样点及样品编号; 24, 断层; 25, 不整合面; 26, 剖面; 27, 研究区

了寒武纪化石, 但认为陶湾群为奥陶系^[17]。虽有个别学者不把陶湾群作为一个地层单位, 而当成大型韧性剪切带^[18], 但绝大多数研究者同意陶湾群为一地层单元, 其时代笼统处理成早古生代, 包括部分震旦纪^[9,19-21]。

目前在陶湾群所发现的有可靠时代价值的动物化石都属寒武纪。但这些化石赋存在陶湾群下部的灰岩块和砾岩的砾石中, 或呈碎片产在基质中, 被推断是来自相邻寒武系的再沉积, 而非陶湾群形成时的原生生物^[15,17]。在原生基质中也曾找到一些微古植物化石, 但其数量少, 鉴定出的时代跨度大, 从新元古代到晚古生代, 导致对地层时代更大的认识差异^[9,15]。鉴于此, 本次在陕西商洛地区(如图 1)集中寻找和采集砾岩基质和地层上部层位中的古生物化石, 发现了较多的包括疑源类、几丁虫和虫颚等在内的微体古动物、植物化石, 为最终限定陶湾群的时代, 提供了可靠依据。

2 微体化石发现地点和地层层位

上世纪 70 年代以来, 对陶湾群的组成和层序进行了广泛研究, 基本建立起了陶湾群的地层序列。陶湾群在陕西和豫西有一定差异, 但主要由底部粉砂质板岩夹薄层灰岩、下部砾岩、中部炭质砂板岩、千枚岩和上部大理岩及变质的粉砂岩和泥岩组成。屠森等^[4]将河南栾川地区陶湾群的砾岩称三岔口组, 中部砂板岩、千枚岩称凤脉庙组, 上部大理岩称秋木沟组。王守仁等^[10]将陕西商州大荆-黑龙口一带陶湾群底部的碳质砂板岩及其上的三岔口组砾岩和凤脉庙组碳质千枚岩合称庙湾组; 绿泥大理岩夹钙质千枚岩的秋木沟组称屈塄组; 而以上的绿泥千枚岩和碳质板岩分别称为石板河组和垢神庙组。由于位于砾岩之下的砂板岩, 在陕西一带, 分布稳定, 层序清楚, 厚度变化不大, 岩性特殊, 与上、下地层界限明显, 王宗起将其分离出来, 单独建立了一个地层单元称郭岭组^{[15] 2)}。张维吉等建立了含义相似的芋圆沟组^[16]。

1) 陕西地质矿产局区域地质调查队 508 分队. 1:5 万《大荆镇幅》区域地质调查报告. 1982

2) 王宗起. 陶湾群地层层序、时代、沉积成因及其构造意义. 地质矿产部秦巴项目成果交流会报告. 1988

按照地层划分和命名原则, 陶湾群从下到上为: 郭岭组(Og)、三岔口组(Os)、凤脉庙组(Of)、秋木沟组(Oq)、石板河组(Osh)和垢神庙组(Ogs)(如图 2)。

陶湾群分布在陕西商州的黑龙口、辋峪和洛南的李家台、郭岭、北沟、高疙瘩、茶酒山、黄柏山、灵口、佛岔沟等一线的以南地区。北界多与相邻寒武纪地层呈断层接触, 而在洛南县城北的北沟、郭岭和李家台一带及永丰以西部分地段可见其不整合覆于寒武系之上。南界除了被陆相二叠系不整合覆盖外, 以铁炉子-三要断裂与宽坪群接触。陶湾群北侧的震旦系也发育了相似的砾岩和砂板岩层, 但从地层序列

上与陶湾群可明显地区分^[15,19]。陶湾群岩石组合特征明显, 层序稳定, 在商洛地区组成了一复式单斜构造。除在洛南县城附近被火山岩破坏外, 其他地区构造较完整。寒武系灰岩呈大小不一的块体或砾石主要赋存在郭岭组和三岔口组中(如图 1(c), 图 2)。

本次工作在陕西洛南县灵口、水磨、茶酒山、奄子沟、东元以及商县庙湾水库等地共采集微古生物样品 84 件, 经分析和显微镜下研究, 在灵口和水磨的三岔口组、茶酒山的郭岭组、柏峪寺和永丰北李家台的风脉庙组、商县庙湾水库的垢神庙组等的砂板岩中均发现较多的微体古生物(采样地点如图 1(b), (c))。



图 2 陶湾群地层柱状图

1, 白云岩; 2, 泥质大理岩; 3, 灰岩; 4, 含砾灰岩; 5, 砾岩; 6, 粉砂岩; 7, 泥质板岩; 8, 绢云千枚岩; 9, 砂岩; 10, 灰岩块体; 11, 不整合面

3 微体化石特征及其时代

本次发现有疑源类、几丁虫和虫颚化石, 共计 16 属, 26 种, 其中疑源类 7 属 13 种; 几丁虫 7 属 9 种, 虫颚 2 属 2 种. 本文图示疑源类 5 属 5 种, 几丁虫 5 属 7 种, 虫颚化石 2 属 2 种.

3.1 疑源类化石

陶湾群疑源类化石 7 属 13 种, 主要有: *Priscogalea striatula* (Vavrdova) Martin, *Cymatiosphaera pavimenta* (Dreftlandre) Deunff, *Peteinosphaeridium micranthum* (Eisenack) Eisenack, Cramer et Diez (图 3 中的 1~3), *Peteinosphaeridium hymeniferum* (Eisenack) Fensome et al., *Rhopaliophora palmata* (Combaz et Peniguel) Playford et Martin (图 3 中的 4~6), *Rhopaliophora* sp. (图 3 中的 7), *Buedingiisphaeridium disgregum* Playford et Martin, *Lophodiactrodium bilaterale* (Timofeev) Dowine et Sargeant (图 3 中的 8), *Macroptycha plurilocularis* Hu (图 3 中的 10), *Macroptycha orthosticha* Hu 和 *Navifusa brasiliensis lingual* (Brito et Santos) Combaz et al. (图 3 中的 9) 等.

Priscogalea striatula 是 Vavrdova^[22]从捷克斯洛伐克中部波希米亚早奥陶世阿伦尼克阶发现并建立的种, 当时命名为 *Baltisphaeridium striatula* Vavrdova, 后改为现在的种名, 该种在欧洲和澳大利亚有广泛分布, 并在云南武定和录劝地区早奥陶世红石岩组出现^[23,24]. *Rhopaliophora palmata* 是 Combaz 等^[25]从澳大利亚坎宁盆地奥陶纪沉积物中发现并建立的种, 被命名为 *Peteinosphaeridium palmate*, 经 Playford 等^[26]改成现在的种名. 该种在西欧和澳大利亚有广泛分布^[24]. 在中国湖北省宜昌黄花场下奥陶统大湾组^[27]和陕西省紫阳地区的高桥地区下奥陶统权河口组发现^[28]. *Peteinosphaeridium micranthum* 是 Eisenack^[29]从爱沙尼亚地区的波罗的海地区早奥陶世阿伦尼克阶发现并建立的种, 后经改变而成现在的种名^[30]. 该种在爱沙尼亚地区的时代分布从早奥陶世至中奥陶世^[31], 在非洲摩洛哥出现在早奥陶世早期特马豆克阶和中奥陶世兰维尔阶^[32]. 在伊朗出现在晚奥陶世克拉道克阶^[33]. 在加拿大纽芬兰中奥陶统^[34]和中国南秦岭紫阳地区下奥陶统上部权河口组也发现相同的种^[28]. *Macroptycha* 是 Timofeev^[35]建立的属. *Macroptycha plurilocularis* Hu 和 *Macroptycha orthosticha* Hu 也均发现在南秦岭紫阳地区的下奥陶统上部

权河口组, 并将权河口组对比西欧早奥陶世阿伦尼克阶^[28].

综上所述, 陶湾群所发现的疑源类化石的地质时代是早奥陶世, 并有可能为早奥陶世晚期阿伦尼克阶—兰维尔阶.

3.2 几丁虫化石

陶湾群几丁虫主要发现在洛南县水磨、茶酒山、灵口、庵子沟、东元和庙湾水库等地. 共发现几丁虫 7 属 10 种, 主要以出现 *Lagenochitina* Eisenack, *Conochitina* Eisenack, *Cyathochitina* Eisenack, *Rhabdochitina* Eisenack 和 *Desmochitina* Eisenack 为特征. 具体有 *Lagenochitina tumida* Umnova (图 3 中的 11), *Lagenochitina obelgis* Paris (图 3 中的 12), *Linochitina pissotensis* Paris, *Pterochitina retracta* Eisenack, *Conochitina bulmani* Jansonius, *Conochitina acuminata* Eisenack, *Conochitina minnesotensis* Eisenack, *Rhabdochitina gracilis* Eisenack (图 3 中的 13), *Rhabdochitina virgata* Taugourdeau (图 3 中的 14), *Tanuchitina achabae* Paris (图 3 中的 15), *Desmochitina minor cocca* Eisenack (图 3 中的 16) 和 *Cyathochitina* cf. *campanulaeformis* (Eisenack) (图 3 中的 17) 等.

其中, 重要种有 *Lagenochitina obelgis* Paris, 是由 Paris^[36]从法国早奥陶世阿伦尼克阶发现并建立的种, 其地质历程从早奥陶世阿伦尼克阶至兰维尔阶). 与此相似种是 *Lagenochitina esthonica* Eisenack 和 *Lagenochitina baltica* Eisenack, 在云南东部武定和录劝地区早奥陶统上部红石岩组发现^[37]. *Lagenochitina tumida* 是 Umnova^[38]从俄罗斯地台奥陶纪 Hunderum 和 Volkhov 层发现并建立的种, 其时代为早奥陶世阿伦尼克阶.

Linochitina pissotensis 和 *Tanuchitina achabae* 均是 Paris^[36]从法国发现并建立的种, 上述种与 *Lagenochitina obelgis* 地质时代完全相同, 时代为早奥陶世晚期, 相当西欧早奥陶世晚期阿伦尼克阶.

Cyathochitina cf. *campanulaeformis* 是 Eisenack^[39]从德国波罗的海奥陶—志留纪发现建立的种, 该种广泛分布在世界各大洲, 是世界性的种, 该种的地质历程从早奥陶世晚期阿伦尼克阶至志留世卢德洛阶. 在中国该种出现在云南东部武定和录劝地区下奥陶统上部红石岩组^[37], 在曲靖晚志留世玉龙寺组也有出现^[40].

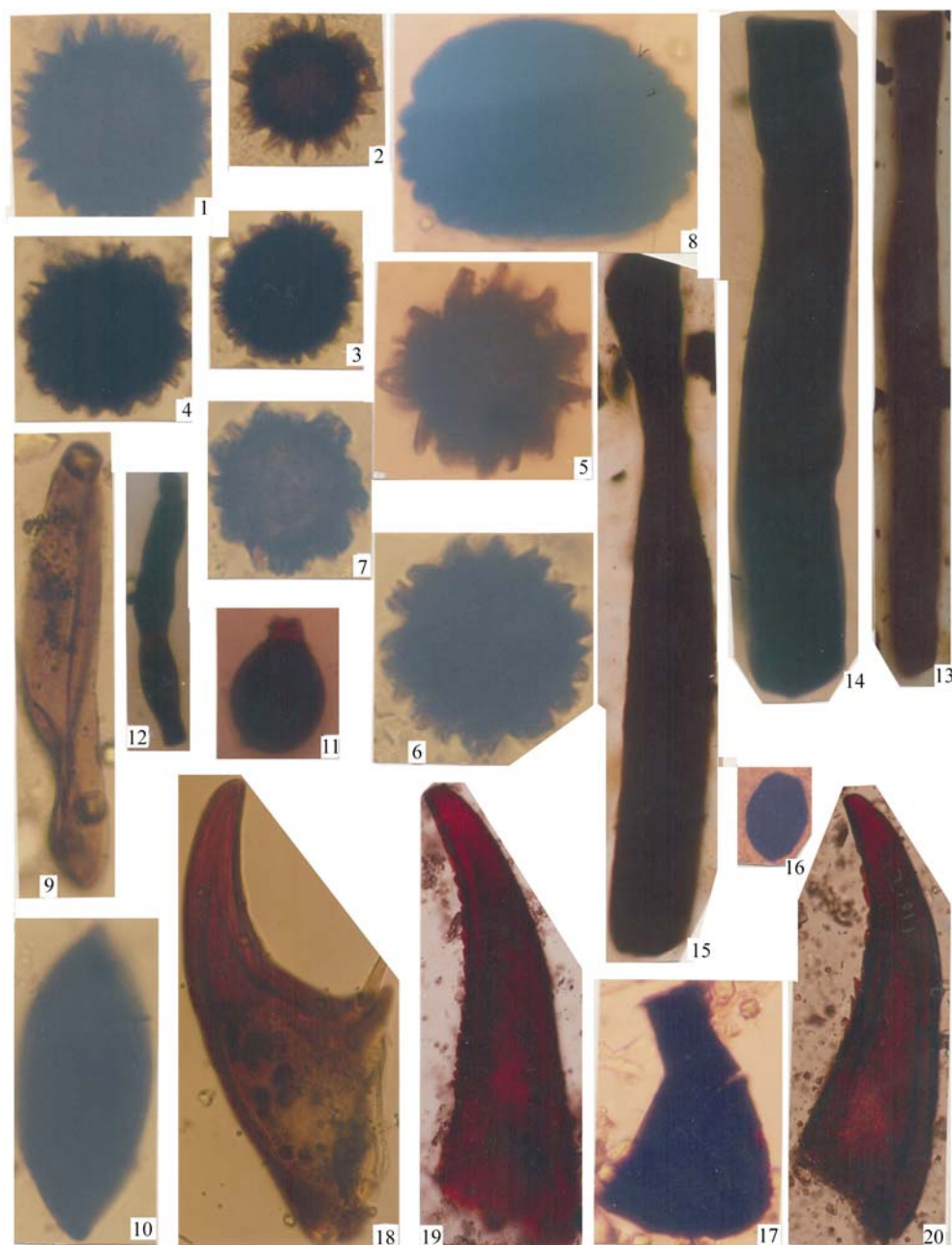


图 3 陶湾群中的化石(标本全部保存在中国地质科学院地质研究所; 疑源类放大 800 倍, 几丁虫和虫颚放大 500 倍)

1—3. *Peteinosphaeridium micranthum* (Eisenack), 产地: 洛南水磨, 样品号: 1.Nt7-1-2, 1.Nt8-7-1, 3.Nt8-1-1; 4—6. *Rhopaliophora palmata* (Combaz et Peniguel), 1984, 产地: 洛南水磨, 标本号: 4. Nt7-1-1, 5. Nt2-3-4, 6. Nt7-1-3; 7. *Rhopaliophora* sp., 产地: 洛南水磨, 标本号: Nt8-4-1; 8. *Lophozonodiarodidium bilaterale* (Timoffev), 产地: 洛南水磨, 标本号: Nt2-1; 9. *Navifusa brasiliensis lingual* (Brito and Santos), 产地: 洛南水磨, 标本号: Nt7-3-2; 10. *Mcroptycha pluricularis*, 产地: 洛南水磨, 标本号: Nt7-4-1; 11. *Lagenchitina tumida*, 产地: 洛南东元, 标本号: Lmdt11-1; 12. *Lagenochitina obelgis*, 产地: 洛南茶酒山, 标本号: Lct8-3-1; 13. *Rhabdochitina gracilis*, 产地: 洛南庙湾水库, 标本号: Lmt11-1-1; 14. *Rhabdochitina virgata* Taugourdeau, 产地: 洛南水磨, 标本号: Nt11-1-2; 15. *Tanuchitina achabae* 产地: 洛南庙湾水库, 标本号: Lmt11-4-3; 16. *Desmochitina* (*Pseudodesmochitina*) *minor cocco*, 产地: 洛南水磨, 标本号: Nt11-4-1; 17. *Cyathochitina* cf. *campanulaeformis*, 产地: 洛南水磨, 标本号: Nt8-3-5; 18. *Basognynys castigata* (Eiller), 产地: 洛南水磨, 标本号: Nt8-4-5; 19, 20. *Lageites glaber* Kielan-Jaworowsky, 产地: 洛南水磨, 标本号: Nt8-1-5-6

Desmochitina (*Pseudodesmochitina*) *minor cocca* 是 Eisenack^[41]从波罗的海奥陶纪建立的变种, 该变种分布十分广泛, 也是世界性的种和变种, 在欧洲、

北美和非洲出现在早奥陶世晚期阿仑尼克阶至晚奥陶世卡拉拉克阶。在中国云南武定和录劝地区该种出现在下奥陶统上部红石岩组^[37]。

Conochitina Eisenack 和 *Rhabdochitina* Eisenack 是陶湾群几丁虫中含量最多的属, 并主要出现在商州庙湾水库陶湾群垢神庙组黑色砂板岩中. 垢神庙组中有 *Conochitina bulmani* Jansonius, 该种主要出现在欧洲和美洲, 时代从中奥陶世至晚奥陶世沉积物中^[42]. *Conochitina acuminata* 是 Eisenack^[39]从波罗的海奥陶纪发现并建立的种, 该种在欧洲和非洲都有出现, 在中国该种出现在云南武定和录劝下奥陶统上部红石岩组^[37]. 陶湾群出现的棒几丁虫 *Rhabdochitina virgata* 及 *Rhabdochitina gracilis* 是 Tougeurdeau^[43]从瑞典戈特兰岛奥陶纪发现并建立的种, 该种在波罗的海奥陶纪沉积物中也有出现^[44].

综上所述, 在陶湾群所发现的几丁虫主要是奥陶纪的种, 并有可能属早奥陶世晚期, 其时代大致相当西欧早奥陶世阿仑尼克阶至兰维尔阶.

3.3 虫颚(Scoleccondonts)化石

虫颚化石研究最早由 Massalonga^[45]从意大利第三纪沉积物中发现. 其后, Hinde^[46,47]对欧洲和美洲下古生代地层进行广泛研究, 直至 1978 年 Taugourdeau^[48]统计全世界共发现虫颚化石 57 属 737 种, 其中奥陶纪 241 种, 占总含量 29%, 在早奥陶世仅 4 种, 中奥陶世 168 种, 晚奥陶世 69 种, 志留纪 223 种, 泥盆纪 369 种, 石炭纪 11 种, 其后地层更为少见.

陶湾群发现的虫颚化石有 2 属 2 种. 主要是在洛南县水磨的 Nt7 和 Nt8 号样品中, 特别是 Nt8 号样品产有 *Basogenys castigata* (Eiller) Jansonius and Craciz (图 3 中的 18) 和 *Langeites glaber* Kielan-Jaworowsky (图 3 中的 19, 20). *Basogenys castigata* 是 Eiller^[49]从德国波罗的海地区奥陶纪沉积物中建立的种, 当时命名为 *Paleononites castigatus*, 后经 Jansonius 等^[50]改为现今种名, 该种在美国和加拿大安大略地区中奥陶世地层中出现. *Langeites glaber* 是 Kielan-Jaworowsky^[51]从波兰奥陶系和志留系发现并建立的种. 该种主要在欧洲地区出现.

综上所述, 在陶湾群所发现的虫颚化石可与西欧和北美奥陶纪的虫颚化石比较, 时代主要为奥陶纪并可能为早奥陶世.

4 结论与讨论

本次发现的微体化石有如下几个特点:

(1) 多层位. 分布在陶湾群多个层位, 包括郭

岭组、三岔口组、风脉庙组和垢神庙组的浅变质砂板岩中. 表明陶湾群虽发生了程度不同的变质作用, 但仍保存了大量的微体古生物化石. 区域地质填图、构造分析、沉积成因研究等结果表明, 地层序列清楚, 其时代可以通过生物地层的原理和方法加以解决.

(2) 原生位. 从成因地层学分析结果看, 以前发现的寒武纪动物化石或赋存在滑塌块体和砾石中, 或呈碎片状, 显示出外来再沉积的特征^[15]. 本次发现的化石与以前的不同, 是产在不同岩组的细碎屑岩中, 即存在重力滑塌堆积的原地基质中, 又见于海盆静水沉积物内^[1,19]. 所发现的疑源类、几丁虫和虫颚化石均是海生化石, 与产出的地层岩相和沉积环境相同, 是陶湾群的原生生物化石. 因此, 可认为本次发现的化石能反映陶湾群生成的时代.

(3) 多种类. 以前, 在陶湾群原生基质中只发现过一些微古植物化石. 由于化石的时代跨度较大, 虽然不同断代古生物专家对化石时代有不同认识, 但晚前寒武纪古生物专家给出了震旦纪的推断性鉴定^[9,15]. 本次在陶湾群中所发现的微体古生物化石, 既有疑源类的古植物化石, 又有几丁虫和虫颚的古动物化石, 种属较多. 特别是所发现的几丁虫、虫颚化石发育序列清楚, 时代较可靠.

(4) 短时限. 所发现的化石不管是哪种属, 不论处在哪个层位, 特别在陶湾群最高层位的垢神庙组中发现的几丁虫与其以下层位的相同, 主要属于奥陶纪的种属. 虽有个别种可延续到志留纪, 但组合可与西欧和北美奥陶纪的同类化石比较.

据上述特点, 判定陶湾群的时代以奥陶纪为宜.

参 考 文 献

- 屠森, 栾川、卢氏、洛南一带震旦亚界地层的对比意见. 河南地质, 1979, (2): 44—47
- 熊润清. 陕西洛南景村-三要一线以北陶湾组归宿的讨论. 秦岭区测, 1978, (1): 12—20
- 张秋生. 中国东秦岭变质地质. 长春: 吉林人民出版社, 1980. 1—126
- 张维吉, 宋子季. 北秦岭变质地质(下卷). 西安: 西安交通大学出版社, 1988. 1—210
- 张维吉, 李育敬. 陶湾群层序及时代研究. 西安地质学院学报, 1989, 11(2): 31—36
- 张维吉, 胡健民. 陶湾群的层序划分与时代归属. 见: 刘国惠, 张寿广, 主编. 秦岭-大巴山地质文集 (一) 变质地质. 北京: 科学技术出版社, 1990. 123—131
- 王作勋, 刘凤仁. 东秦岭北坡陶湾群与下伏地层角度不整合的发现及其地质意义. 地质论评, 1982, 28(3): 247—249

- 8 王作勋. 东秦岭北坡含砾灰岩层位、时代、沉积环境及其与陶湾群等地层的关系. 中国地质科学院学报, 1984, 第 9 号: 185—196
- 9 王作勋, 王宗起, 姜春发, 等. 秦岭造山带显生宙构造迁移与陶湾群沉积变形. 北京: 地震出版社, 1995. 1—102
- 10 王守仁. 陕西商县黑龙口-大荆镇地区陶湾群的层序及时代. 秦岭区测, 1983, (1): 34—43
- 11 陆岩. 洛南地区东秦岭北坡变质岩系的时代问题. 西北地质, 1985, (4): 24—30
- 12 张宗清, 刘敦一, 等. 北秦岭变质地层同位素研究. 北京: 地质出版社, 1994. 11—55
- 13 胡德祥, 黄思骥. 东秦岭北坡陶湾群首次发现介形虫类和其它生物碎片. 地球科学, 1987, 12(5): 347—348
- 14 杨巍然, 杨森楠. 造山带研究的现代理论和研究方法——东秦岭造山带剖析. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 1—144
- 15 王宗起. 陕西陶湾群内寒武系岩块的地层学研究. 见: 刘国惠, 张寿广, 主编. 秦岭-大巴山地质论文集(一)变质地质. 北京: 科学技术出版社, 1990. 132—142
- 16 王振东, 唐锐, 马志和. 陕西“陶湾群”早寒武世化石的发现及其地质意义. 陕西地质, 1987, 5(2): 74
- 17 许志琴, 卢一伦, 汤耀庆, 等. 东秦岭复合山链的形成——变形、演化及板块动力学. 北京: 中国环境科学出版社, 1988. 7—160
- 18 周洪瑞, 王自强. 豫西栾川地区“陶湾群”研究. 现代地质, 1993, 3: 266—273
- 19 王宗起. 中朝板块南缘的沉塌堆积及其构造环境. 西安地质学院学报, 1992, 14(3): 31—39
- 20 张二朋, 牛道韞, 霍有光, 等. 秦巴及邻区地质-构造特征概论. 北京: 地质出版社, 1993. 1—272
- 21 郭力宇, 王树洗, 赵东宏, 等. 陕西洛南陶湾群三岔口组砾岩研究. 地球学报, 1997, 18(4): 352—357
- 22 Vavrdova M. Ordovician Acritarchs from Central Bohemia. Věstník Ustředního Ústavu, Geologického, 1965. 40(5): 351—357
- 23 Martin F. Ordovicien Supérieur et Silurien inférieur à Deerpil (Belgique), palynofacies et microfacies. Instr Sci nat de Belgique mem, 1974, 174: 71
- 24 高联达. 云南武定下奥陶统红石岩组疑源类. 地质论评, 1991, 7(5): 44—455
- 25 Combaz A, Peniguel G. Etude Palynostratigraphique de l'Ordovicien dans quelques sondages du Bassin de Canning (Australie Occidentale). Bull Center Rech. Pau-SNPA, 1972, 6(1): 121—167
- 26 Playford G, Martin F. Ordovician Acritarchs from the Cannig Basin, Western Australia. Alcheringa, 1984, 8: 187—223
- 27 卢礼昌. 湖北西部宜昌黄花场大湾组(Arenigian)疑源类. 微体古生物学报, 1987, 4: 87—102
- 28 胡元绪. 陕西紫阳高桥地区早奥陶世微体古植物群及其地层意义. 中国地质科学院西安地质矿产研究所(所刊), 1986, 14: 199—233
- 29 Eisenack A. Neotypen baltischer Silur-Hystrichosphären und neue Arten [New types of Baltic Silurian Hystrichospheres and new species]. Palaeontographica, A, 1959, 112: 193—211
- 30 Eisenack A, Cramer F H, Díez M del C R. Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Band VI Acritarcha 4. Teil. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1979. 531
- 31 Uutela A, Tynni R. Ordovician acritarchs from the Rapla borehole, Estonia. Geological Survey of Finland, Bulletin, 1991, 353: 1—135
- 32 Fournier-Vinas C. Acritarches Cambro-Ordoviciens des Monts de Lacaune (nord de la Montagne Noire, France). Palynologia núm extraord, 1978, 1: 263—271
- 33 Chateaufneuf J J, Jenny J, Stampfl G L. Ordovicien de l'Eibourz oriental: stratigraphic et palynologie. Note Lab Paléont Univ Genève, 1978, 9: 55—60
- 34 Martin F. Lower paleozoic Chitinozoa and Acritarches from Newfoundland. Pap Geol Surr Can, 1978, 78—113
- 35 Timofeev B V. Proterozoic and Early Palaeozoic microfossils. Proceedings of the Third International Palynological Conference, Nauk, Moscow, 1973. 7—12
- 36 Paris F. Les Chitinozoaires dans le Palaeozoïque du sud-ouest de l'Europe (Cadre Géologique-Etude systématique-biostratigraphie). Mem Soc Geol Mineral, Bretagne, 1981, 26: 1—412
- 37 高联达. 云南武定、禄劝早奥陶世几丁虫. 见: 中国地质科学院地层和古生物编辑委员会, 编辑. 地层古生物论文集. 北京: 地质出版社, 1986. 14: 133—152
- 38 Umnova N I. Distribution of Chitinozoa in the Ordovician of the Russian Platform. Paleont J, 1969, 3: 226—240
- 39 Eisenack A. Neue Mikrofossilien des Baltischen Silurs I (new microfossils of the Baltic Silurian). Paläont Zeit, 1931, 13: 74—118
- 40 高联达. 云南曲靖地区晚志留世玉龙寺组几丁虫. 见: 成都地质矿产研究所, 编辑. 西南古生物图册——微体古生物分册. 北京: 地质出版社, 1983. 473—481
- 41 Eisenack F. Mikrofossilien aus dem Ordovizium des Baltikums. II. Senckenb Lethaea, 1962, 43: 349—366
- 42 Jansonius J. Morphology and Classification of some Chitinozoa. Bull Can Pet Geol, 1964, 12: 901—918
- 43 Tougeurdeau Ph. Chitonozaaires du Silurien d'Aquitaine. Rev de Micropal, 1961, 4(3): 135—154
- 44 Eisenack A. Neotypen baltischer silur-Chitinozoen und neue Arten. Neue Jahrb Geol Palaeontol, 1959, 108: 1—20
- 45 Massalonga A. Monografia delle nereidi fossili del Monte Bolca. Con 6 Tavoli Litografiche, 1855, 35
- 46 Hinde G J. On the jaw-apparatus of an annelid (*Eunicites reidiae* sp. nov.) from the Lower Carboniferous of Halkin Mountain, Flintshire. Quarterly J Geol Soc of London, 1896, 52: 438—450
- 47 Hinde G J. On annelid jaws from the Cambrian-Silurian, Silurian and Devonian formations in Canada and from the Lower Carboniferous in Scotland. Quarterly J Geol Soc London, 1879, 35: 370—389
- 48 Taugoudeau Ph. Les Scolecodonts Dispersés. Cahiers de Micropal, 1978, 2: 1—106
- 49 Eiller E R. Scolecodonts from the Trenton Series (Ordovician) of Ontario. Ann of Carnegie Mus, 1945, 30: 119—212
- 50 Jansonius J, Craiz J H. Scolecodonts, I -Descriptive terminology and revision of Systematic nomenclature, II -Lectotypes, new names for homonyms, index of species. Bull Canadian Petrol Geol, 1971, 19(1): 251—302
- 51 Kielan-Jaworowska Z. Polychaete jaw apparatuses from Ordovician and Silurian of Poland and a comparison with modern forms. Acta Paleontologica, 1966, 16: 152