

## 湖南澧县山门水库周边志留纪含鱼地层新知<sup>①</sup>

赵文金<sup>1)2)</sup> 朱敏<sup>1)2)</sup> 刘升<sup>1)2)</sup> 潘照晖<sup>1)2)</sup> 贾连涛<sup>1)</sup>

1) 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室 北京 100044;

2) 中国科学院大学 北京 100049

**摘 要:** 湘西北的志留纪海相红层发育、鱼化石丰富, 其中湖南澧县山门水库周边地区的志留系以含世界范围内胴甲鱼类乃至盾皮鱼类的最低层位而著称。然而前人在山门水库周边地区未曾系统开展志留系的地层学工作, 含 *Shimenolepis grani ferus* 等盾皮鱼类与中华棘鱼类鳍刺化石的准确层位以及相关志留纪地层的精确划分迄今尚无确切记载与详细讨论。依据 2008 年以来的 3 次野外地质考察、剖面测制、鱼类化石发掘与初步研究, 对该地区出露的志留纪含鱼地层及层序进行了厘定, 相关地层包括含丰富中华棘鱼类鳍刺化石的下红层溶溪组、含丰富盾皮鱼类化石的罗德洛统红层小溪组以及夹于二者之间、在本地区尚未见鱼化石的秀山组。在此基础上, 探讨了澧县地区志留纪含鱼地层的时代, 并与华南其他地区志留纪含鱼地层进行了对比。研究工作的开展, 不仅为深入研究胴甲鱼类乃至盾皮鱼类的形态学、系统学以及探讨有颌类的早期演化等方面提供了一批鱼类化石新材料, 而且为华南扬子区志留纪两套海相红层——下红层与罗德洛统红层的划分对比及其时代归属提供了可靠的古鱼类学证据。

**关键词:** 生物地层, 鱼化石, 溶溪组, 小溪组, 志留纪, 山门水库, 澧县, 湖南

中图法分类号: P 534. 43 文献标识码: A 文章编号: 0253-4959(2016)04-0349-10

湖南澧县闸口乡山门水库周边地区特别是水库大坝西侧志留系发育且出露甚好, 生物化石丰富。许多地学前辈曾对水库大坝西侧的志留系开展过大量的野外考察与研究(朱家楠等, 1983; 潘江, 1986; 张欣平等, 1986; 王俊卿, 1991; 张欣平、王大任, 1996; 刘时藩, 1997), 基本上理清了该地区志留系的地层框架与所含的生物化石情况, 为深入研究该地区的志留系以及探讨最早期有颌类的形态特征和演化奠定了良好的基础。

上世纪 80 年代, 中国地质博物馆潘江先生在山门水库大坝附近的志留纪地层中开展了鱼类化石的发掘工作, 采集了一批古鱼类化石材料(潘江, 1986), 可惜至今仍未详细记述。中科院古脊椎所王俊卿与刘时藩两位先生于上世纪 80 年代及 90 年代也先后在该地区开展了野外地质考察与化石发掘工作, 并分别报道了在该地区志留系中发现的胴甲鱼类与中华棘鱼类, 同时讨论了相关的地层学问题(王俊卿, 1991; 刘时藩, 1997)。中华棘鱼类长期以来被认为是棘鱼纲(Acanthodii)的一个类群, 后被认为隶属软骨鱼纲(Chondrichthyes)(Zhu Min, 1998)。

近年来的研究表明, 棘鱼类属于软骨鱼纲全群中的一些原始类群(Zhu Min *et al.*, 2013; Dupret *et al.*, 2014; Long *et al.*, 2015), 棘鱼纲与传统定义上的软骨鱼纲之间的区分已趋于模糊。刘氏所描述的中华棘鱼类鳍刺化石材料当时认为采自纱帽组第 2 段或第 1 段上部、在含丰富三叶虫等无脊椎动物化石层之下, 属种主要包括 *Hunanacanthus lixianensis*, *Eosinacanthus shanmenensis*, *Neosinacanthus* sp. 与 *Sinacanthus* sp. (刘时藩, 1997); 而王氏所发现的胴甲鱼类化石标本当时则认为主要采自秀山组上段、含丰富三叶虫、腕足类等无脊椎动物化石层之下, 鱼化石材料主要包括细纹石门鱼(*Shimenolepis grani ferus*)及曲靖鱼科一未定属种(王俊卿, 1991)。因此, 不论是刘氏所认为的采自纱帽组第 2 段或第 1 段上部的中华棘鱼类, 还是王氏所认为的采自秀山组上段的胴甲鱼类, 在他们的相关文章中均认为山门水库周边地区的鱼化石层位应在含丰富三叶虫等无脊椎动物化石层之下, 即在志留纪兰多维列世特列奇期以无脊椎动物为主的秀山动物群之下。因此, 王氏于 1991 年所描述的山门水库周

① 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2012CB821902)、国家自然科学基金项目(No. 41530102, 41272029, 41572018)和中国科学院古生物化石发掘与修理专项经费资助成果。

文稿接受日期: 2016-07-15; 修改稿收到日期: 2016-09-18。

第一作者简介: 研究员, 主要从事古脊椎动物学及相关的地层学、古动物地理学方面的研究; E-mail: zhaowenjin@ivpp. ac. cn

边地区的胴甲鱼类就一直被认为是我国志留纪盾皮鱼类化石材料的首次报道,相关的含鱼地层则被看作世界范围内胴甲鱼类乃至盾皮鱼类的最低层位(王俊卿,1991;Janvier, 1996; Zhu Min, 1996; Zhu Min & Wang Jun-qing, 2000; Zhao Wen-jin & Zhu Min, 2007、2010; Young, 2010; Benton, 2016)。

现在来看,刘氏与王氏所提出的山门水库大坝附近志留纪鱼化石的层位应位于秀山动物群之下的观点,与2008年以来我们在该地区前后所开展的3次野外地质考察结果并不完全相符。我们的考察结果表明:该地区的志留纪含鱼地层与湘西北张家界及重庆秀山地区的志留系基本相同,主要为秀山组之下的溶溪组及秀山组之上的小溪组,其中溶溪组中主要含中华棘鱼类鳍刺化石,而小溪组中则主要含盾皮鱼类化石。因此,我们认为刘氏所报道的该地区中华棘鱼类的化石层位无误、位于秀山动物群之下,但含鱼地层应为溶溪组上部,非刘氏所称的纱帽组第2段或第1段上部;而王氏所提及的胴甲鱼类化石层位则不在秀山动物群之下,应位于秀山动物群之上,即小溪组中下部(详见下文)。尽管山门水库大坝附近的胴甲鱼类化石采自秀山动物群之上的小溪组,其生存时代不是志留纪兰多维列世、而应为志留纪罗德洛世晚期,但仍代表了迄今为止所报道的最早胴甲鱼类,这些胴甲鱼类与一些更进步的盾皮鱼类共生,因此相关的形态学、系统学等的深入研究,对于探讨最早期有颌类的形态特征和演化等方面具有重要的意义,同时能够为我国南方志留纪含鱼地层的划分与对比、以及古地理与古环境的研究提供古鱼类学方面的可靠证据。

基于2008年以来所开展的3次野外地质考察、剖面测制(剖面位置见图1)、鱼类化石发掘与初步研究,本文对湖南澧县山门水库周边地区出露的志留纪含鱼地层进行了厘定(主要包括溶溪组、小溪组以及夹于二者之间、在本地区尚未见鱼化石的秀山组),并探讨了相关的志留纪含鱼地层的时代以及与华南其他地区志留纪含鱼地层的对比,以期为中国志留纪地层的精确划分与对比提供重要依据。

1 剖面描述

湘西北山门水库地区志留纪含鱼地层剖面位于湖南省澧县阡口乡山门水库大坝西侧。2015年,我们沿水库大坝西侧简易公路由北而南开展了实测工作,实测地层厚度为315.8 m、真厚度为206.09 m(图2)。在剖面测制的过程中,我们不仅逐层核对、

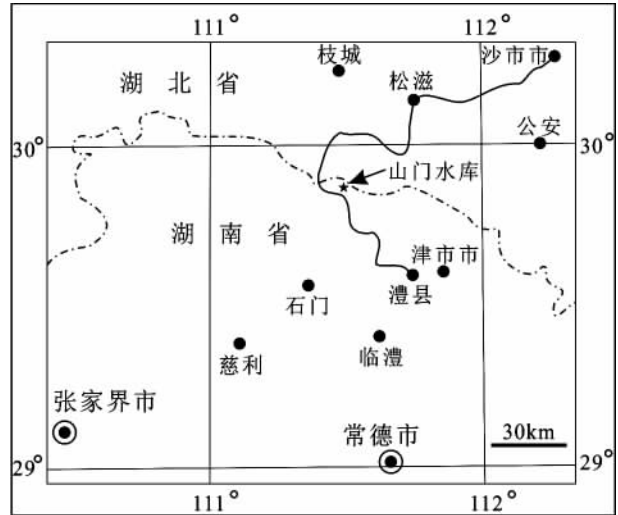


图1 湖南澧县阡口山门水库地区志留纪含鱼地层剖面位置图

Fig. 1 Geographic map showing the section locality of the Silurian fish-bearing strata around Shanmen Reservoir in Lixian, Hunan Province

寻找已报道鱼化石的原生层位(王俊卿,1991;刘时藩,1997),而且由下往上依次采集了所发现的鱼化石及无脊椎动物化石(三叶虫、腕足动物等)。该剖面起点的GPS为29°53'11"N,111°30'22"E;终点为29°53'02"N,111°30'22"E。

上覆地层:中泥盆统云台观组(D<sub>2</sub>y)

以浅紫色至灰白色巨厚层石英砂岩为主,夹少量灰白色薄层粉砂质页岩。距17层顶12.03 m的薄层粉砂质页岩中含丰富植物化石,如 *Barrandeina lixianensis*

—————整合—————

17. 紫红色厚层—巨厚层细粒石英砂岩,平行层理发育,顶部岩层产状为192°∠47° 0.35 m

16. 浅紫红色中厚层—厚层细粒石英砂岩夹黑紫色粉砂质页岩及粉砂岩薄层,石英砂岩中见平行层理及小型交错层理 2.77 m

-----假整合-----

小溪组(S<sub>3</sub>x) 厚 78.71 m

15. 土黄色—灰黄色中厚层—薄层含泥质粉砂岩夹中薄层细砂岩,由下往上细砂岩层明显增多,普遍含节肢动物化石 13.48 m

14. 灰黄色至浅灰绿色中厚层含泥质粉砂岩夹中—薄层粉砂质泥岩与细砂岩,底部为一厚约0.48 m的灰白色中厚层细砂岩层,该层下部见平行层理,普遍含少量节肢动物化石碎片及大虫管,距该层底部1.52 m(F<sub>24</sub>-1)及2.08 m(F<sub>25</sub>-1~2)处含盾皮鱼类化石,距该层顶部3.1 m处岩层产状为173°∠46° 6.22 m

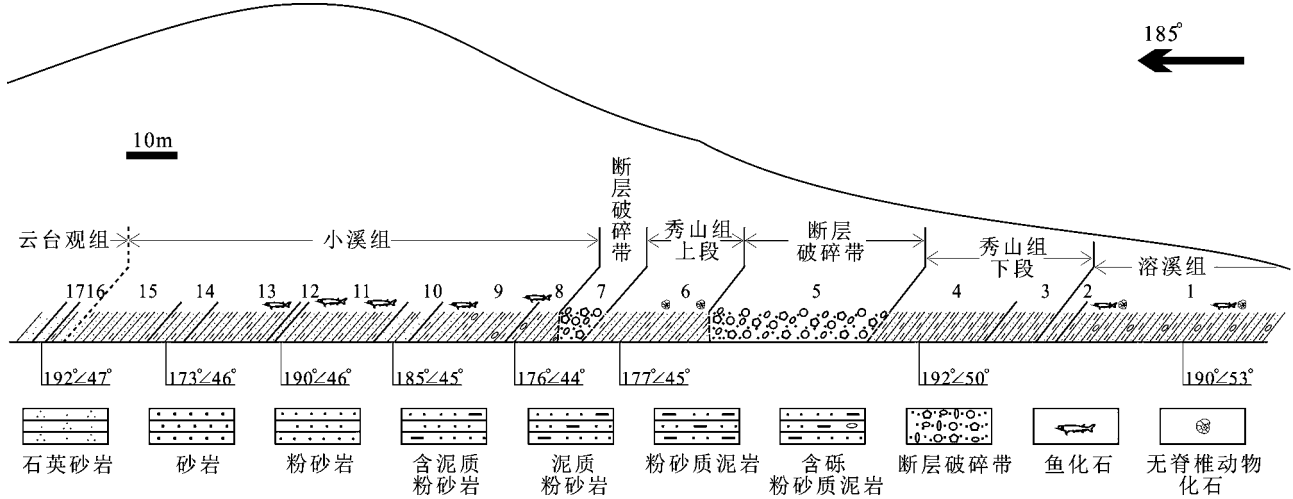


图 2 湖南澧县山门水库地区志留纪含鱼地层实测剖面图

Fig. 2 The measured section of the Silurian fish-bearing strata around Shanmen Reservoir in Lixian, Hunan Province

- 13. 浅灰绿色中厚层含泥质粉砂岩夹黄绿色中薄层粉砂质泥岩,底部粉砂岩中常见平行层理,含盾皮鱼类化石(F<sub>22</sub>-1~6;F<sub>24</sub>-2~4),距该层底 8.95 m(F<sub>23</sub>-1)也含有盾皮鱼类化石。该层普遍含节肢动物化石碎片,含泥质粉砂岩中含粗大虫管遗迹化石 13.10 m
  - 12. 浅灰绿色厚层细粒石英砂岩为主,平行层理发育,顶部含粉砂质泥岩薄层,未见化石 0.95 m
  - 11. 浅灰绿色厚层含泥质粉砂岩夹薄层细砂岩,普遍含节肢动物碎片,含泥质粉砂岩中含丰富大虫管,细砂岩中平行层理发育。距该层底 3.03 m、3.72 m、5.24 m、7.32 m、9.34 m、10.94 m 及 12.72~13.2 m 均含有较丰富的盾皮鱼类化石(F<sub>12</sub>-1;F<sub>15</sub>-1;F<sub>16</sub>-1~2;F<sub>17</sub>-1~2;F<sub>19</sub>-1;F<sub>18</sub>-1;F<sub>20</sub>-1~2;F<sub>21</sub>-1)。该层顶部岩层产状为 190°/46° 15.46 m
  - 10. 浅灰绿色中厚层细粒石英砂岩夹灰绿色中薄层含泥质粉砂岩,细粒石英砂岩中平行层理发育,普遍含少量微古植物碎片,总体上呈透镜体状展布;中薄层含泥质粉砂岩层中含节肢动物碎片与微古植物化石碎片。距该层底 2.9 m 处岩层产状为 185°/45° 5.8 m
  - 9. 灰绿色中厚层含泥质粉砂岩夹含砾粉砂质泥岩及中薄层细砂岩,顶部为一厚度约 0.19 m 的灰黑色泥灰岩薄层(微体化石岩样编号为 MF-01)。含泥质粉砂岩中普遍含大虫管,剖面上呈疙瘩状;含砾粉砂质泥岩中通常含有鱼类化石碎片;石英砂岩中平行层理发育。距该层底 1.44 m、5.84 m、8.15 m、8.31 m 含较丰富盾皮鱼类化石碎片(F<sub>7</sub>-1~2;F<sub>8</sub>-1;F<sub>9</sub>-1;F<sub>10</sub>-1),8.31 m 之上的粉砂岩中开始含有少量微古植物碎片,9.91~12.77 m 含砾粉砂质泥岩中普遍含少量鱼类化石碎片,距该层底 14.03 m 的含砾粉砂质泥岩中含保存较完整的盔甲鱼类化石(F<sub>11</sub>-1~2) 14.91 m
  - 8. 灰绿色中薄层含泥质粉砂岩与含砾粉砂质泥岩互层,局部夹细砂岩薄层,含砾粉砂质泥岩中通常含有鱼类及节肢动物化石碎片;含泥质粉砂岩中普遍含大虫管;细砂岩中平行层理发育。距该层底 2.34 m 含大量舌形贝类与少量鱼类化石(F<sub>6</sub>-1~2),距该层底 3.16 m、4.16 m、5.46 m、6.32 m 处含砾粉砂质泥岩中分别含鱼类化石碎片(F<sub>6</sub>-4~5;F<sub>6</sub>-7~8;F<sub>6</sub>-6;F<sub>6</sub>-9),距该层底 6.2 m 处含腹足类化石(F<sub>6</sub>-3)。距该层底 7.83m 处岩层产状为 176°/43.5° 8.79 m
  - 7. 松散坡积物,其中滚石大小不一、磨圆及分选差,成分以细砂岩及粉砂岩为主,为断层破碎带 3.93 m
- 断层——
- 秀山组(S<sub>1x</sub>)
- 6. 黄绿色—深黄绿色中薄层泥质粉砂岩夹薄层细砂岩,风化后颜色主要呈黄灰色与灰绿色、少见黑褐色、偶见褐红色。下部含较丰富的三叶虫、腕足类等化石,局部含海百合茎化石,距该层底 10.97 m 处含少量大虫管;上部化石明显较少乃至消失,而细砂岩增多,顶部风化较严重。距该层底 14.9 m 处岩层产状为 177°/45° 19.49 m
- 断层——

5. 松散坡积物,其中滚石大小不一,磨圆度差、分选度低,砾石成分以泥盆纪灰白与紫红色砂岩为主,为断层破碎带 25.57 m

—————断 层—————

4. 黄绿色薄层泥质粉砂岩与粉砂质泥岩互层,风化面灰绿色为主、偶见褐红色,未见化石,距层底 10.02 m 夹一厚约 0.61 m 的厚层细砂岩,其岩层产状为  $192^{\circ}\angle 50^{\circ}$  18.43 m

3. 掩盖,地貌为一小山沟,沟两侧岩层产状基本一致,应为连续沉积。根据上、下岩层及坡积物推测,此处应为薄层粉砂质泥岩 8.12 m

—————整 合—————

溶溪组( $S_1r$ )

2. 黄绿色中厚层状泥质粉砂岩,风化后颜色以灰绿色为主、偶见褐红色,未见化石 3.12 m

1. 黄绿色中薄层状泥质粉砂岩(未到底),局部夹数层含砾石薄层,风化面以灰绿色为主、偶见褐红色。中下部以中厚层与薄层互层为主、上部则主要以中厚层为主夹薄层,含少量小虫管、腕足类(如舌形贝)、腹足类等无脊椎生物化石碎片以及无颌类、中华棘鱼类鳍刺等脊椎动物化石,在距该层底 2.74 m、13.13 m、20.34 m、21.14 m 处分别见有 4 个脊椎动物化石富集层,化石层均含砾。距该层底 10 m 处岩层产状为  $190^{\circ}\angle 53^{\circ}$  33.57 m

## 2 山门水库周边志留纪含鱼地层层序的厘定

2008 年以来,我们先后在湖南澧县闸口乡山门水库周边地区开展了 3 次野外工作,基本弄清了该地区志留纪的含鱼地层层位主要有 2 个:其一是以含中华棘鱼类鳍刺化石为主的黄绿色夹褐红色中薄层状泥质粉砂岩,其岩性特征与张家界地区所出露的溶溪组极为相似,其中的鳍刺化石的总貌也与张家界地区溶溪组中所产的基本一致(曾祥渊,1988;刘时藩,1997);其二是以含盾皮鱼类、无颌类为主的浅灰绿色中厚层含丰富大虫管的粉砂岩——虫管砂岩,不论是岩性特征还是所含鱼化石均与张家界及重庆秀山地区的小溪组基本一致(潘江,1986;王俊卿,1991;王悻等,2010、2011),而与长江三峡地区出露完好的志留系明显不同。综上所述,我们认为湖南澧县山门水库周边地区的志留纪含鱼地层,主要为以产中华棘鱼类鳍刺化石为主的溶溪组、以产盾皮鱼类与无颌类化石为主的小溪组。以下由老到新分别厘定该地区这两套含志留纪鱼化石的地层单元——溶溪组与小溪组,以及夹于其间的秀山组(图 2)。

### 2.1 溶溪组

溶溪组是葛治洲等于 1979 年建于重庆秀山溶溪东南约 6 km 的溶溪至秀山公路旁。本组曾称白沙组,由中国科学院南京地质古生物研究所于 1974 年命名于贵州石阡白沙。鉴于白沙组的标准地点白沙白马坡一带地质构造复杂、断层较多,而且这段地层又未经详细测量,葛治洲等(1979)以溶溪组取代白沙组,本文赞同此观点。本组为浅海相泥沙质沉积,以紫红色、灰绿色等杂色页岩、泥岩夹粉砂岩为主,与下伏小河坝组或马脚冲组和上覆秀山组均为连续沉积,在命名地点厚 258 m。本组广泛分布于渝东南、黔东北、湘西北和鄂西南等广阔地域,岩性、厚度较稳定,总体上来说化石稀少且分异度低,除上部含中华棘鱼类鳍刺化石以外,主要含无脊椎动物化石,包括腕足类、双壳类、三叶虫、笔石、牙形类、几丁虫、海百合等(林宝玉等,1998)。

近年来我们在湘西北地区开展了多次的野外地质考察与鱼化石的发掘工作,考察结果表明:俗称下红层的溶溪组在湖南境内主要分布于湘西北的龙山、永顺、保靖、花垣、张家界(原称大庸)、桑植、石门、慈利、桃源、临澧、澧县等县或市境内,自西向东有逐渐变薄、顶部红层逐渐减少的趋势。在湖南澧县山门水库大坝西侧,尽管我们在 2015 年的野外工作中只实测了溶溪组上部 36.69 m 的地层,但该组地层在山门水库周边地区出露连续而完整,估测厚度应大于 200 m,其中一下部以紫红色浅海相泥沙质沉积为主,而上部则主要以灰绿色浅海相泥沙质沉积为主,偶夹紫红色薄层泥质粉砂岩。可能正是由于在山门水库周边地区该组顶部红层与西部张家界等地的该组地层相比较少的原因,故而湖南省地质局于 1964 年完成的 1/20 万《石门幅》区域地质调查报告中未将其单独命名,同时认为这套地层应与湖北宜昌三峡地区出露的纱帽组 2 段相似,并将这套海相红层及其上的志留系统称为纱帽群(湖南省地质局,1964)。朱家柁等(1983)在进行湘鄂交界地区泥盆纪植物化石研究时首次将这套浅海相泥沙质沉积地层称为纱帽组(包括含丰富大虫管的粉砂岩以及含丰富秀山动物群化石的地层),随后刘时藩(1997)在描述山门水库西侧的中华棘鱼类鳍刺化石时也采纳了朱家柁等(1983)的观点,并认为鳍刺化石应采自纱帽组 2 段或 1 段上部。根据我们 2008 年以来的野外地质考察,不论是岩性特征,还是所含的化石情况,湖南澧县山门水库周边地区秀山动物群之下的浅海相泥沙质沉积应与重庆秀山、湖南张家界等地的溶溪组基本一致,而与三峡地区出露的

纱帽组则明显不同,因此本文将出露于山门水库周边地区、含丰富中华棘鱼类鳍刺化石(图 3-1,3-2)的这套浅海相碎屑岩厘定为溶溪组,其与上覆含秀山动物群的秀山组、下伏含化石较少的小河坝组均为连续沉积。湖南澧县山门水库周边地区的溶溪组上部地层中红层数明显减少,可能与当时该地区距华夏古陆物源区较远有关(陈旭、戎嘉余,1996)。

## 2.2 秀山组

秀山组由中国科学院南京地质古生物研究所于 1974 年命名于重庆秀山溶溪东南约 6 km 的溶溪至秀山公路旁,其下与溶溪组、其上与迴星哨组均呈整合接触。该组为一套以黄绿色、蓝灰色为主的碎屑岩地层,分为上下两段,下段为黄绿色石英粉砂岩、粉砂质泥岩和细砂岩,产少量低分异度的壳相化石,包括腕足类、三叶虫、腹足类等,在贵州石阡雷家屯剖面该段的上部含有牙形类及丰富的软骨鱼类化石(Sansom *et al.*, 2000; Zhao Wen-jin & Zhu Min, 2010; 赵文金、朱敏, 2014); 上段为黄绿色、蓝灰色泥岩、粉砂岩,其上部常夹薄层砂质灰岩或灰岩透镜体,富含较高分异度的壳相化石,以腕足类、三叶虫、头足类为主,偶含笔石、牙形类、海百合、床板珊瑚等,前人常谓之 *Coronocephalus-Salopinella-Sichuanoceras* 动物群,即秀山动物群(陈旭、戎嘉余,1996)。本组主要分布于黔东北、湘西北、渝东南和鄂西南等地,岩相与生物相较稳定,厚度常在 400~600 m。

该组在湘西北的龙山、永顺、保靖、花垣、张家界、桑植等县或市境内出露较好,且与下红层溶溪组及上红层迴星哨组均为连续沉积,然而在湖南澧县山门水库大坝周边地区,由于受断层的影响,下段与上段地层分别仅出露 26.55 m 与 19.49 m(图 2),下段中未见化石,上段中含较丰富的腕足类、三叶虫、海百合等化石(图 3-3,3-4),均为秀山动物群常见分子。该地区本组与下伏溶溪组整合接触,与上覆小溪组地层则不连续、为断层接触,缺失含细小虫管的上红层——迴星哨组沉积。本组下段与上段之间也为断层接触,沉积地层并不连续(图 2)。王俊卿当年认为细纹石门鱼(*Shimenolepis grani ferus*)等胴甲鱼类化石材料均采自湖南澧县石门水库含丰富三叶虫等无脊椎动物化石层之下的秀山组上段(王俊卿,1991)。我们根据详细的野外地质考察并与王俊卿先生反复讨论后认为其原始描述有误:其一,脊椎动物化石标本的采集地点并非澧县羊耳山煤矿附近的石门水库,而是山门水库,这主要应是笔误所致;其二,脊椎动物化石标本的采集层位并非秀山组上

段、秀山动物群层位之下,而应为该无脊椎动物群之上的小溪组。我们在本地区的小溪组地层中发现含有大量的盾皮鱼类化石材料,围岩岩性与化石类型与王俊卿(1991)描述的完全一致,而在其下的秀山组上段中仅发现含有丰富的无脊椎动物化石、下段中则未见任何化石。据此我们将细纹石门鱼等胴甲鱼类化石材料的产出层位修正为小溪组。

## 2.3 小溪组

小溪组最早由湖南省区测队于 1966 年建于桑植县瑞塔铺小溪(王根贤等,1988),赵汝旋等(1978)曾将小溪组改名为小溪峪组。王怿等(2010)认为小溪组和小溪峪组实属同一地层(同一命名剖面)的不同名称,系异名同物,根据岩石地层单元命名法规(全国地层委员会,2015),故应废弃小溪峪组、沿用 1966 年命名的小溪组,代表志留纪晚期的一套近岸、浅水海相碎屑岩地层,本文赞同使用小溪组一名。顺便提及:由福建省区域地质测量队于 1977 年在福建古田县鹤塘乡东南 5km 的小溪村所命名的、代表一套陆相火山沉积建造的小溪组(福建省地质矿产局,1997)应取消,湘西北地区的小溪组发表在先、有优先权,建议将后建于福建古田小溪村的小溪组改为小溪村组。

小溪组主要分布于重庆秀山及湘西北张家界市的周边地区,通常与下伏上红层迴星哨组、上覆中泥盆统云台观组均为假整合接触,其岩相与生物相较稳定,但沉积厚度在不同地区略有变化,厚度常在 97~180 m。本组岩性以黄绿色、浅灰绿色偶夹褐红色薄层—中厚层含泥质粉砂岩、含粉砂质泥岩为主,中间夹灰绿色中—厚层细砂岩或中—薄层石英砂岩,发育大量粗大虫管遗迹,此外还含鱼类、植物碎片、以及少量疑源类、几丁虫、虫牙、动物表皮碎片等化石(王怿等,2010,2011)。

湖南澧县山门水库大坝西侧小溪组地层出露连续、保存完好、化石丰富,出露地层厚 78.71 m,主要以浅灰绿色薄层—中厚层含泥质粉砂岩、含粉砂质泥岩为主,夹灰绿色中—厚层细砂岩或细粒石英砂岩,粗大虫管遗迹化石发育(图 3-5)。该组由底到顶普遍含节肢动物与微古植物碎片化石,中下部除此之外还含少量保存完好的盔甲鱼类及丰富的盾皮鱼类(图 3-6~3-9)。根据王怿等(2010,2011)确定的小溪组识别标准及其所含化石的总体组合特征,山门水库大坝西侧的这套虫管砂岩地层应为小溪组无疑,而非湖南省地质局(1964)、朱家柘等(1983)等所认为的纱帽群/组。因此,小溪组在空间展布上不



1, 2. 中华棘鱼类鳍刺； 3, 4. 秀山动物群代表化石, 3. 腕足类, 4. 三叶虫； 5. 粗大虫管遗迹化石； 6, 7. 盔甲鱼类； 8, 9. 盾皮鱼类  
 1, 2. Fin spines of sinacanth; 3, 4. the representative fossils of the Xiushan Fauna, 3. brachiopod, 4. trilobite; 5. stout tubular trace fossils; 6, 7. galeaspids; 8, 9. placoderms

图 3 澧县山门水库大坝西侧志留纪化石新材料

Fig. 3 Some new Silurian fossils from the west side of the Shanmen Reservoir Dam, Lixian

仅限于重庆秀山及湘西北张家界市的周边地区,向东可延至湖南澧县地区,这与林宝玉等(1998)所认为的该组以张家界地区为沉积中心、向西南与向东北逐渐变薄的推断相一致。从鱼化石材料本身及其围岩特征来看,王俊卿于1991年所描述的细纹石门鱼(*Shimenolepis grani ferus*)等胴甲鱼类化石材料均应采自小溪组,而非含秀山动物群的秀山组,但石门鱼的具体层位是在该组含无颌类化石层位之下、之上还是同层仍需进一步考证,据目前的资料判断极可能在含无颌类化石层位之上。

### 3 山门水库周边志留纪含鱼地层的对比与时代

中国南方志留纪的含鱼地层主要赋存于3套浅海相红层当中,按时代由老到新依次为兰多维列世特列奇期早期的下红层(如以含温塘鱼类组合为代表的溶溪组)、特列奇期中晚期的上红层(如以含茅山鱼类组合为代表的茅山组、迴星峭组)、以及罗德洛世晚期的罗德洛统红层及与其相当的地层(如以潇湘脊椎动物群为代表的关底组、小溪组)(戎嘉余等,2012;赵文金、朱敏,2014)。前文述及,湖南澧县澧口乡山门水库周边地区的志留纪含鱼地层主要有2个层位:其一是以含中华棘鱼类鳍刺化石为主的溶溪组;其二是以含盾皮鱼类、无颌类为主的小溪组。由于山门水库周边地区未见在张家界及重庆秀山等地发育的迴星峭组,因此,本地区缺失在华南地区常见的一个重要的志留纪含鱼层位——上红层。

赵文金、朱敏(2014)曾结合华南古鱼类的化石资料系统地总结了下红层溶溪组中的鱼类化石组合——温塘组合的古鱼类组成及时空分布特征,该组合主要以基干盔甲鱼类、中华棘鱼类的繁盛为特征,其中基干盔甲鱼类以大庸鱼 *Dayongaspis*、锥角鱼 *Konoceraspis* 两属为代表,中华棘鱼类以中华棘鱼 *Sinacanthus*、新中华棘鱼 *Neosinacanthus*、塔里木棘鱼 *Tarimacanthus* 三属为代表。近年来我们在澧县山门水库周边地区的溶溪组顶部地层中除发现一些保存不完整的盔甲鱼类骨片外,也发现了大量保存完好的中华棘鱼类鳍刺化石材料(图3-1,3-2),其中中华棘鱼类仍主要为刘时藩于1997年所记述的4个属——即在张家界地区常见的中华棘鱼 *Sinacanthus* 与新中华棘鱼 *Neosinacanthus* 两个属、在本地区命名的始中华棘鱼 *Eosinacanthus* 与湖南棘鱼 *Hunanacanthus* 两个属。曾祥渊(1988)所描述的产自张家界温塘地区的 *Acanthodii* indet. *Fin spines* 6 与湖南棘鱼 *Hunanacanthus* 应是同一类型的鳍刺,将之归于 *Hunanacanthus* 较为合适。因

此,从所含的鱼类化石组成来看,山门水库周边地区与张家界地区下红层中的鱼类化石组合面貌是一致的,同为温塘组合。尽管湘西北地区溶溪组顶部的鱼类化石组合中缺少具有明确时代意义的鱼类化石分子,但结合与其共生的无脊椎动物及上覆地层秀山组等的时限仍可确定其生存时代为志留纪兰多维列世特列奇早期,代表了中国志留纪的第一个鱼类化石组合(Zhao Wen-jin & Zhu Min, 2010; 赵文金、朱敏,2014)。湘西北及渝东南、黔东北等地含鱼化石的下红层溶溪组(表1)与鄂西的纱帽组、赣西北的清水组等均为同一时期的沉积、可横向对比(陈旭、戎嘉余,1996;赵文金、朱敏,2014)。

湖南澧县山门水库周边地区另一个志留纪的含鱼层位是重新厘定的小溪组,除了含王俊卿于1991年所描述的细纹石门鱼(*Shimenolepis grani ferus*)等胴甲鱼类化石材料以外,近年来我们在该地区开展野外工作的过程中先后在小溪组的中下部采集到大量盾皮鱼类以及无颌类的新材料,包括大量形态上接近全颌鱼(*Entelognathus* Zhu et al., 2013)的盾皮鱼类以及一些真盔甲鱼类的化石标本(图3-6~3-9),均为赵文金与朱敏于2014年命名的扬子鱼类化石组合的代表分子。我国华南地区志留纪的扬子鱼类化石组合主要以盾皮鱼类、真盔甲鱼类、棘鱼类和硬骨鱼类基干类群的出现和繁盛为特征(赵文金、朱敏,2014)。虽然目前我们在山门水库周边地区的小溪组中尚未发现硬骨鱼类的化石材料,但盾皮鱼类与真盔甲鱼类的发现为小溪组与云南东部寻甸及曲靖地区的岳家山组+关底组(中下部)的直接对比提供了可靠的古鱼类学证据。据最近我们对潘江先生报道的在湖南张家界与重庆秀山等地的小溪组、云南寻甸的岳家山组中发现的“*Wangolepis*”标本、以及近年来我们采自云南关底组与湘西北小溪组中的“*Wangolepis*”标本的观察,“*Wangolepis*”与全颌鱼有着较近的亲缘关系,这也为小溪组与岳家山组+关底组(中下部)的直接对比提供了佐证。另外,尽管湘西北地区的小溪组中浅海相红层并不十分发育,以灰绿色大虫管粉砂岩为主(与当时湘西北地区靠近华夏古陆、海水很浅、陆源碎屑供应充分有关),但在重庆秀山等地出露的该组地层中局部夹有少量的红色泥岩(王怿等,2011),再加上在湘西北张家界及重庆秀山等地区出露的小溪组与云南曲靖地区的关底组中发现亲缘关系较近的真盔甲鱼类及盾皮鱼类,为以浅灰绿色为主的小溪组与华南罗德洛统红层的直接对比提供了可靠依据(赵文金、朱敏,2014; Zhao Wen-jin & Zhu Min, 2015),因此,山门水库

周边地区最高的志留纪含鱼地层层位即小溪组应与其地质时代为罗德洛世卢德福特早—中期(赵文金、朱敏,2014)。

表 1 湖南澧县山门水库志留纪含鱼地层与华南同期地层对比表

Tab. 1 Correlation of the Silurian fish-bearing strata in Shanmen Reservoir and the rest of South China

Table with columns for geological periods (e.g., Silurian, Devonian), fossil zones (笔石化石带, 牙形类化石带), and regional stratigraphic units (e.g., 湘西动物群, 张家界, 秀山, 小溪组, 温塘组, 茅山组, 张家界动物群, 温塘组, 小河坝组). It includes numerical age ranges and fossil species names like M. transgrediens, O. crispata, etc.

4 结 语

华南扬子区志留纪的几套海相红层由于缺少特征化石,其划分对比与时代归属等问题一直令人困惑、存有疑义,王成源(2011)曾认为鱼类化石是志留纪化石稀少的海相红层划分对比的主要证据。湖南澧县阡口乡山门水库周边地区的志留纪两个鱼化石层位及大量早期脊椎动物化石的发现,不仅为深入研究胴甲鱼类乃至盾皮鱼类的形态学、系统学以及探讨有颌类的早期演化等提供了一批鱼类化石新材料,而且为华南扬子区志留纪两套海相红层——下红层与罗德洛统红层的划分对比及其时代归属提供

了重要依据。

华南地区志留纪海相红层中通常化石稀少,仅早期脊椎动物繁盛,形成了 2 个独具特色的鱼类动物群——张家界脊椎动物群与潇湘脊椎动物群,本文中提及的 2 个鱼类化石组合——温塘鱼类化石组合与扬子鱼类化石组合分别隶属于这 2 个脊椎动物群。造成志留纪海相红层中早期脊椎动物化石发育的外界环境条件如古海洋环境、古气候、古地理等应至为关键,然而对这套海相红层,迄今还不曾系统深入的开展其形成机制的综合研究,诸多方面的研究工作亟待实施,诚如戎嘉余等(2012)在“追踪地质时



期的浅海红层——以上扬子区志留系下红层为例”一文中指出:海相红层的研究涉及到区域乃至全球史前地质系统及其环境演变的综合问题,要深入探索这些海相红层的性质和成因背景,还需在不断加强生物地层工作的基础上,对不同地区和剖面的红层进行深入的岩石学和矿物学、沉积学、地球化学、古地理学、古海洋学、古气候学、大地构造学等领域的学科交叉和综合研究。深入开展华南 3 套含鱼化石的志留纪海相红层的综合研究将能够解答华南志留纪 2 个重要脊椎动物群形成的环境背景,而且能够为华南志留纪海相红层的精确划分以及对比、时空分布规律、成因机制等方面的探讨提供有说服力的依据。

本文的完成得到了王俊卿先生以及羊耳山煤矿社区、澧县山门太青水库管理处的大力支持与帮助,卢静、乔妥、朱幼安、张杰、时福桥、高伟等先后参加了野外工作,在此一并表示感谢。

### 参 考 文 献

- 陈 旭,戎嘉余. 1996. 中国扬子区兰多维列统特列奇阶及其与英国的对比. 北京: 科学出版社. 1-162.
- 福建省地质矿产局. 1997. 福建省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社. 1-216.
- 葛治洲,戎嘉余,杨学长,刘耕武,倪寓南,董得源,伍鸿基. 1979. 西南地区的志留系//中国科学院南京地质古生物研究所编. 西南地区碳酸盐生物地层. 北京: 科学出版社. 155-220.
- 湖南省地质局. 1964. 中华人民共和国 1/20 万《石门幅》区域地质调查报告. 21-28.
- 林宝玉等. 1984. 中国地层 中国的志留系. 北京: 地质出版社. 1-245.
- 刘时藩. 1997. 中国的棘鱼鳍刺化石. 古生物学报, 36(4): 473-484.
- 潘 江. 1986. 中国志留纪脊椎动物群的初步研究. 中国地质科学院院报, 15: 161-190.
- 全国地层委员会. 2015. 中国地层指南及中国地层指南说明书(2014年版). 北京: 地质出版社. 1-62.
- 戎嘉余,王 恽,张小乐. 2012. 追踪地质时期的浅海红层——以上扬子区志留系下红层为例. 中国科学(地球科学辑), 42(6): 862-878.
- 王成源. 2011. 再论华南志留系红层的时代. 地层学杂志, 35(4): 440-447.
- 王根贤,耿良玉,肖耀海,左自璧. 1988. 湘西北秀山组上段、小溪峪组的地质时代和沉积特征. 地层学杂志, 12(3): 216-225.
- 王俊卿. 1991. 湘西北志留纪胴甲鱼化石. 古脊椎动物学报, 29(3): 240-244.
- 王 恽,戎嘉余,徐洪河,王成源,王根贤. 2010. 湖南张家界地区志留纪晚期地层新见兼论对小溪组的厘定. 地层学杂志, 34(2): 113-126.
- 王 恽,张小乐,徐洪河,蒋 青,唐 鹏. 2011. 重庆秀山志留系小溪组的发现与迴星峭组的厘定. 地层学杂志, 35(2): 113-121.
- 曾祥渊. 1988. 湘西溶溪组的棘鱼化石及其层位. 古脊椎动物学报, 24(4): 287-295.
- 张欣平,王大任. 1996. 湘西北地区志留、泥盆系遗迹化石再研究. 古生物学报, 35(4): 475-489.
- 张欣平,张纯臣,王大任. 1986. 湘西北地区志留系泥盆系的痕迹化石. 湖南地质, 5(2): 49-61.
- 赵汝璇,张采繁,夏志芬,左自璧,柳祖汉. 1978. 湖南的泥盆系//华南泥盆系会议论文集. 北京: 地质出版社. 68-89.
- 赵文金,朱 敏. 2014. 中国志留纪鱼化石及含鱼地层对比研究综述. 地学前缘, 21(2): 185-202.
- 中国科学院南京地质古生物研究所. 1974. 西南地区地层古生物手册. 北京: 科学出版社. 1-454.
- 朱家桢,胡雨帆,冯少南. 1983. 湘鄂交界地区中泥盆世晚期云台观组植物化石的发现及其意义. 植物学报, 25(1): 75-81.
- Benton M J. 2015. Vertebrate paleontology (4th edition). London: Wiley Blackwell. 1-451.
- Dupret V, Sanchez S, Goujet D, Tafforeau P & Ahlberg P E. 2014. A primitive placoderm sheds light on the origin of the jawed vertebrate face. Nature, 507(7493): 500-503.
- Janvier P. 1996. Early vertebrates. Oxford: Clarendon Press. 1-393.
- Long J A, Mark-Kurik E, Johanson Z, Lee M S Y, Young G C, Zhu Min, Ahlberg P E, Newman R J M, den Blaauwen J, Choo B & Trinajstic K. 2015. Copulation in antiarch placoderms and the origin of gnathostome internal fertilization. Nature, 517(7533): 196-199.
- Sansom I J, Aldridge R J & Smith M M. 2000. A microvertebrate fauna from the Llandovery of South China. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 90(3): 255-272.
- Young G C. 2010. Placoderms (armored fish): dominant vertebrates of the Devonian period. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 38(1): 523-550.
- Zhao Wen-jin & Zhu Min. 2007. Diversification and faunal shift of Siluro-Devonian vertebrates of China. Geological Journal, 42(3-4): 351-369.
- Zhao Wen-jin & Zhu Min. 2010. Siluro-Devonian vertebrate biostratigraphy and biogeography of China. Palaeoworld, 19(1-2): 4-26.
- Zhao Wen-jin & Zhu Min. 2015. A review of Silurian fishes from Yunnan, China and related biostratigraphy. Palaeoworld, 24(1-2): 243-250.
- Zhu Min. 1996. The phylogeny of the Antiarcha (Placodermi, Pisces), with the description of Early Devonian antiarchs from Qujing, Yunnan, China. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris(Section C), 18(2-3): 233-347.
- Zhu Min. 1998. Early Silurian *Sinacanthus* (Chondrichthys) from China. Palaeontology, 41(1): 157-171.
- Zhu Min & Wang Jun-qing. 2000. Silurian vertebrate assemblages of China. Courier Forschungs-Institut Senckenberg, 223: 161-168.
- Zhu Min, Yu Xiao-bo, Ahlberg P E, Choo B, Lu Jing, Qiao Tuo,

Qu Qing-ming, Zhao Wen-jin, Jia Lian-cao, Blom H & Zhu  
You-an. 2013. A Silurian placoderm with osteichthyan-like

marginal jaw bones. *Nature*, **502**(7470): 188-193.

## A NEW LOOK AT THE SILURIAN FISH-BEARING STRATA AROUND THE SHANMEN RESERVOIR IN LIXIAN, HUNAN PROVINCE

ZHAO Wen-jin<sup>1)2)</sup>, ZHU Min<sup>1)2)</sup>, LIU Sheng<sup>1)2)</sup>, PAN Zhao-hui<sup>1)2)</sup> and JIA Lian-cao<sup>1)</sup>

1) *Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044;*

2) *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049*

**Abstract** Silurian marine red beds in northwestern Hunan Province yield abundant fossil fishes, and the area around the Shanmen Reservoir in Lixian, Hunan Province is well known for the antiarch *Shimenolepis graniferus*, which was described as the oldest known placoderm (dated at Telychian of Llandovery) in the world. However, due to the lack of the detailed stratigraphic works, the exact horizon of *Shimenolepis graniferus* and the division of the fish-bearing strata around the Shanmen Reservoir are open to dispute. Based on the data collected in several field geological investigations and fossil excavations since 2008, we provide a detailed description of the Silurian fish-bearing strata exposed around the Shanmen Reservoir. The Silurian strata in Lixian can be subdivided into the Rongxi, Xiushan, and Xiaoxi formations in ascending order. Abundant sinacanthids and placoderms (including antiarchs, and *Entelognathus*-like forms) have been found from the Lower Marine Red Beds (Rongxi Formation) and Ludlow Marine Red Beds (Xiaoxi Formation) respectively. A new look at the Silurian strata in Lixian suggests that the age of *Shimenolepis graniferus* is Late Ludlow rather than Late Llandovery as previously suggested. Our research on Silurian biostratigraphy and fish paleontology in Lixian not only provides critical data in the study of the morphology and systematics of early gnathostomes, but also offers new palaeoichthyological evidence for the subdivision, correlation, and age assignment of Silurian marine red beds in South China.

**Key words** biostratigraphy, fish fossil, Rongxi Formation, Xiaoxi Formation, Silurian, Shanmen Reservoir, Lixian, Hunan