

# 湖北长阳火烧坪地区1:5万区调成果与主要进展

赵小明, 牛志军, 涂兵, 王令占, 谢国刚, 田洋, 曾波夫

(武汉地质调查中心, 武汉, 430205)

**摘要:**在湖北西部长阳地区完成的1:5万区域地质调查,以国际地层表(2008)为指南,从生物地层、岩石地层、事件地层、化学地层角度,对调查区地层进行了多重地层划分与对比研究。对长阳地区中/下奥陶统界线、奥陶系/志留系界线进行了重点研究,并与宜昌黄花场剖面、宜昌王家湾剖面进行了对比,实现了金钉子对比标志作用的区域拓展。对调查区各时代地层岩石类型和组合特征进行了详细研究和沉积环境分析,建立了3类沉积相模式,并重点查明了奥陶纪庙坡组、志留纪罗惹坪组底部、石炭纪和州组、二叠纪大隆组等层位的岩相变化与空间展布。对早三叠世遗迹化石和“错时相”沉积的环境意义和生物意义进行了探索。建立了调查区构造格架,阐明了构造形成演化历史,划分了构造变形阶段。调查了区内地质灾害类型及分布特征,探讨了地质灾害的形成条件和诱发因素。通过水系沉积物测量和异常查证,发现铅锌矿化点和钒钼矿化点各一处,确定两个铅锌矿源层。

**关键词:**地层划分对比;沉积相模式;区域地质调查;湖北长阳

**中图分类号:**P566.3

**文献标识码:**A

1:5万火烧坪幅、贺家坪幅、资丘幅、都镇湾幅位于长江南岸,属湖北省长阳县、秭归县、五峰县及宜昌市夷陵区管辖,总面积1 768 km<sup>2</sup>。调查区沉积岩发育,生物化石丰富,生物地层学研究程度高。川气东输管线、清江梯级电站、沪蓉(西)高速、宜万铁路等诸多国家重大工程位于调查区,同时也是岩崩、滑坡和泥石流等地质灾害频繁发生区(图1)。

调查区地处江汉盆地与云贵高原的过渡带,大地构造位置处于上扬子陆块八面山断隆,地层区划属扬子区黄陵八面山分区黄陵小区,出露南华系-三叠系及少量白垩系和第四系,出露地层总厚度超过6 400 m(图1)。经过三年多的调查研究,项目组在地层古生物学、沉积学、矿产地质、环境地质等方面取得一些新发现和重要进展。

收稿日期:2011-03-14

基金项目:中国地质调查局国土资源大调查项目(1212010610709)。

作者简介:赵小明(1970—),男,博士,研究员,从事区域地质、地层古生物学研究。E-mail: zxm20040021@163.com

## 1 地层

(1) 以国际地层表(2008)为指南<sup>[1]</sup>,在前第四纪地层中划分出41个组级、17个段级岩石地层单位、19个非正式地层单位(特殊岩性层)、42个年代地层单位(阶)、59个生物地层单位(重要化石和组合带)、48个三级层序,建立完善了调查区多重地层划分与对比系统,特别重要的是按照最新的寒武系4统10阶的年代地层格架<sup>[2]</sup>,结合前人的研究成果,本次工作对调查区的寒武系进行了重新厘定(表1)。另外,据本次工作中采集的生物化石与兴山大峡口剖面对比结果<sup>[3]</sup>,将调查区三叠系殷坑阶与巢湖阶(印度阶与奥伦尼克阶)的界线划在大冶组一段顶部,而非前人所划分的大冶组四段与三段间。

(2) 重新厘定晚泥盆世至早石炭世岩石地层。前人对于划分写经寺组至金陵组之间的碎屑岩及其地质时代有较多争议<sup>[4-7]</sup>。本次工作将写经寺组仅

限于灰岩层位,其上覆的碎屑岩层以修订后的梯子口组称之。本文认为原建立的梯子口组与长阳组均是以碎屑岩为主的地层,仅是前者砂岩多,后者泥岩多,不宜划分过细,二者与上覆和下伏的碳酸盐岩地层差别明显,因此重新合并为一个岩石地层单位——梯子口组,地质时代为晚泥盆世至早石炭世早期。在长阳棺门岩一带,重新厘定后的梯子口组中部灰岩层(即原长阳组底部)新发现丰富的化石:

牙形石 *Siphonodella levis*, *Pseudopolygnathus triangularis hubeiensis*, *Phyllognathus binatus*, “*Hindeodella*” *hamulata*, “*Ozarkodina*” *paradelicatula*, “*Diplododella*” *bilateralis*, *Polygnathus symmetricus*, *Pseudopolygnathus originalis*等;珊瑚 *Syringopora* sp.等。

(3) 早石炭世地层在中上扬子地区分布局限,在有限的分布区内剥蚀程度也不一致,特别是顶部和州组层位出露极少,和州组及下伏早石炭世地层

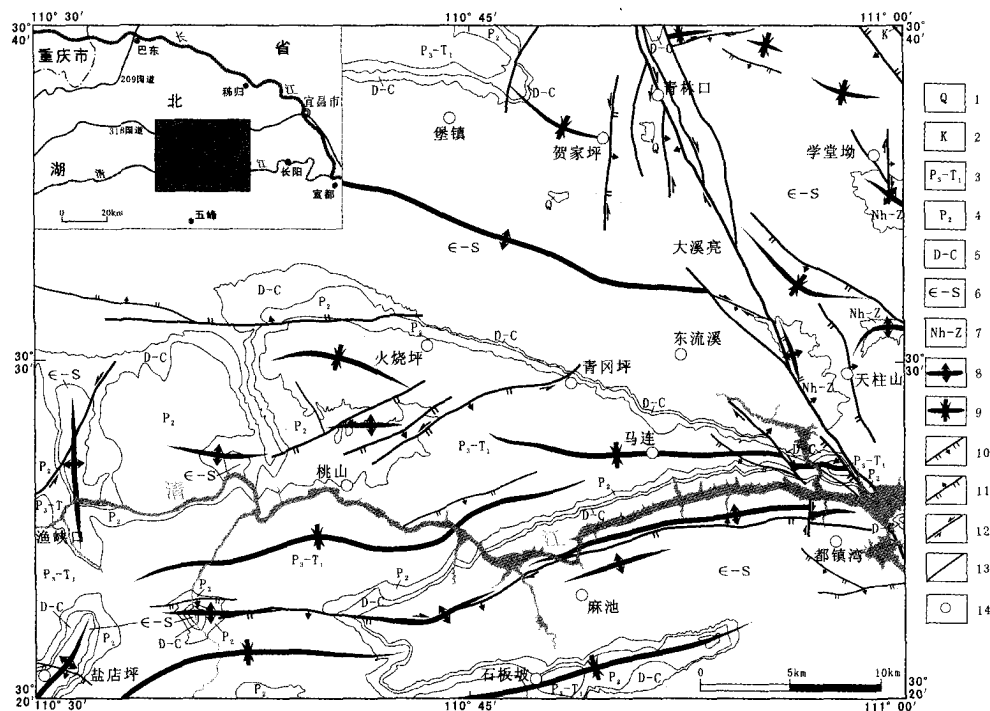


图1 调查区地质构造简图及交通位置

Fig.1 Sketch geological map and location of Huoshaoping area, Changyang, Hubei province

1.第四系;2.白垩系;3.上二叠统-下三叠统;4.中二叠统;5.泥盆系-石炭系;6.寒武系-奥陶系;7.南华系-震旦系;8.背斜;9.向斜;10.正断层;11.逆断层;12.平移断层;13.性质不明断层;14.地名及位置

各地相当层位间岩性组合不同、横向变化快。本次在调查区内新发现石炭纪和州组,下段为深灰色、灰色中薄层状含泥质生物屑泥晶灰岩夹薄层泥岩,产少量有孔虫 *Endothyra* cf. *excelsa*, *E. sp.*, 厚5.66 m。上段为灰、灰白色中厚层状石英砂岩,灰绿色、深灰色泥岩等,厚9.83 m。这是继松滋锈水沟<sup>[4]</sup>和长阳三串岭<sup>[6]</sup>之后,鄂西地区第3个和州组出露区,三者呈NW向展布于建始-松滋拗陷带的次级拗陷区内,而且这种古地理格局可能一直延续至早三叠世。

(4) 通过中/下奥陶统界线上下牙形石生物地层研究,自下而上建立5个牙形石带: *Oepikodus e-*

*vae*带, *Oepikodus intermedius*带, *Retterodus andinus*带, *Baltoniodus triangularis*带和 *Paroistodus originalis*带,牙形石序列与黄花场金钉子剖面基本吻合<sup>[8-9]</sup>,同时岩石地层、层序地层的对比结果亦表明,调查区中下奥陶统及中/下奥陶统界线与黄花场金钉子剖面可以很好地对比,实现了金钉子对比标志作用的区域拓展。

(5) 从生物地层、岩石地层、事件地层角度,对奥陶系/志留系界线进行了研究,并与王家湾金钉子剖面<sup>[10]</sup>进行了对比:发现调查区五峰组上部以灰黑色中厚层含炭质粉砂岩为主,而非硅质岩,产丰富的笔石,与上覆灰绿色薄中层状粉砂质泥岩界面

表1 调查区寒武系划分对比表  
Table 1 Subdivision and correlation of Cambrian in the studied area

年代地层			岩石地层				生物地层（组合及重要化石）				
系	统	阶	组	段	厚度	代号					
奥陶系	下统	新厂阶	娄山关组	二段	240.90-340.80	$\epsilon_1 O_1 f$	<i>Teridontus nakanura</i>				
寒武系	芙蓉统	牛车河阶						一段	433.70-489.60	$\epsilon_1 O_1 f$	<i>Paranomocare hubeiensis</i>  <i>Redlichia(R.) kaiyangensis</i> <i>Megapalaeolenus deprati</i> 带 <i>Redlichia hupehensis</i> <i>Wangzishia wangzighienisi</i> 带 <i>Hupeiiscus</i> sp. <i>Zhenpingella</i> sp. 寒武纪软舌螺和藻类化石组合
		桃源阶									
		排碧阶									
	武陵统	古丈阶			150.00-187.60	$\epsilon_1 q$					
		王村阶									
		台江阶	覃家庙组					29.50-46.42	$\epsilon_2 sl$		
	黔东统	都匀阶	石龙洞组	380.00-477.20	$\epsilon_2 t$						
			天河板组			580.00-630.00	$\epsilon_2 s$				
			石牌组								
南皋阶		牛蹄塘组	二段	113.19	$\epsilon_2 n^2$						
	一段		124.98	$\epsilon_2 n^1$							
			滇东统	梅树村阶	灯影组	白马沱段	18.00-30.00	$Z_2 \epsilon_1 d$			
晋宁阶											
震旦系	上统	灯影峡阶									

截然，两者间缺失*Dicellograptus complexus*带至*Demirastrites triangulatus*带之间的笔石带，亦未见赫南特贝动物群的分子，表明调查区内的奥陶系与志留系应为平行不整合接触，这也表明宜昌上升在调查区有所显示<sup>[11-12]</sup>。同时在界线处（即*Dicellograptus complexus*带与*Demirastrites triangulatus*带之间的层位）发现多层白色粘土岩层，粘土岩中见少量火山碎屑物质，可与宜昌王家湾及上扬子贵州桐梓地区的奥陶纪末期的火山事件层对比<sup>[13-14]</sup>，白色粘土岩X衍射分析结果表明其主要成分以伊利石为主，应为火山成因而非风化产物，因此宜昌上升是否造成宜昌地区该时期露出水面尚需进一步研究。

2 沉积相划分与时空变化

(1) 对各时代地层岩石类型和特征进行了详细研究和沉积环境分析，划分出大陆、过渡和海洋三大沉积相区、25种沉积相类型和四种事件沉积。并根据沉积岩类型、沉积相类型及地层剖面中显示的不同沉积相类型的相邻关系，建立了3种沉积相模式，即无障壁海岸陆源沉积岩与碳酸盐岩混合沉积相模式<sup>[15]</sup>、障壁海岸碳酸盐岩沉积相模式<sup>[16]</sup>和障壁海岸陆源沉积岩与内源沉积岩混合沉积相模

式(图2)，为研究三峡地区南华系-三叠系的沉积特征和寻找沉积-层控矿产提供了基础资料。

(2) 查明奥陶纪庙坡组空间分布特征：榔坪-贺家坪-扇子坝一线以南的长阳背斜南西翼出露庙坡组，岩性为以灰黑色页片状泥岩为主，夹薄层灰岩，属盆地相，沉积厚度具南部厚北部薄的特点；向北则庙坡组缺失，相变为宝塔组下部层位，以灰岩为主，为台地相。

(3) 查明志留纪罗惹坪组底界在调查区内存在碳酸盐岩型或碎屑岩型两种沉积类型，其分布基本以榔坪-堡镇-东流溪一线为界，界线以北为粉砂岩、粉砂质泥岩等碎屑岩型，界线以南为亮晶生物屑灰岩、泥晶灰岩等碳酸盐岩型。结合邻区资料<sup>[17]</sup>，鄂西地区志留纪可能存在多个NWW向展布的古隆起。

(4) 查明调查区大隆组与吴家坪组相变界线位置位于NW向都镇湾-鸭子口-青冈坪古隆起一带，表现为二叠纪末期沉积吴家坪组燧石灰岩层，与上覆大冶组整合接触。在古地貌隆起区外围沉积大隆组。靠近古隆起区大隆组以泥岩为主，厚不足2 m，产腕足类化石，与下伏吴家坪组呈整合接触。远离古隆起区，大隆组为泥岩、灰岩、硅质岩组合，厚10~20 m，产菊石、腕足类化石，地质时代为吴家坪期至长兴期，此类沉积区吴家坪组顶部灰岩多处见铸模孔构造。



从形态类型看,可分为直或略弯曲形、圆或椭圆形、分枝形和网状四种,总体表现出类型单调、式样简单、低复杂度之特点<sup>[18]</sup>。具三维分枝潜穴系统的*Thalassinoides*直到嘉陵江组二段顶部才出现,代表着遗迹化石复杂度的提高,反映了造迹生物的活动空间更加广阔、觅食效率进一步提高、对环境的改造和适应能力增强。

从行为习性看,以牧食迹、觅食迹、爬行迹为主,造迹生物营活动性底栖生态方式,钻进深度(未考虑成岩作用造成的厚度减少)一般<10 mm,以2~5 mm为主。另有少量居住迹,主要类型为简单的“U”型潜穴,一般钻进深度<40 mm,以8~20 mm为主,并具有向上钻进深度逐渐增大的趋势。

从遗迹化石演化来看,经历P/T事件之后,早三叠世遗迹化石的出现明显早于实体化石,繁盛也早于实体化石,遗迹化石从始现到繁盛总体上呈现出:潜穴管直径逐渐增大;潜穴深度增加;形态结构逐渐复杂;分异度逐渐增大。反映了造迹生物生态类型逐渐复杂化、生态功能逐渐适应环境的演化历程。

调查区早三叠世大冶组、嘉陵江组中发育丰富的特殊沉积及相关构造,即“错时相”沉积,最为典型的是蠕虫状灰岩<sup>[19-20]</sup>。通过对蠕虫状灰岩类型、时空分布、岩石学特征、沉积地球化学特征的研究,结合古生代与中生代之交这一特殊地质背景,对其成因机制进行了深入探讨<sup>[19-21]</sup>。

## 4 第四纪地质与环境地质

将调查区第四纪沉积物划分为4种沉积类型。在第四系保存较好的长阳贺家坪-三友坪一带获取了少量反映温和湿润气候的孢粉化石,以及多个热释光年龄数据,分别为晚更新世 $103.54 \pm 8.80$  ka BP,  $104.11 \pm 8.85$  ka BP,  $106.16 \pm 9.02$  ka BP,  $120.27 \pm 10.22$  ka BP及中更新世 $213.18 \pm 18.12$  ka BP,基于上

述年龄结果,并结合野外观察,将三友坪一带第四系堆积物划分为三级阶地。在三级阶地上部发育一层紫红色蠕虫构造的亚砂土,可能与长江中游地区广泛发育的中更新世网纹状红土相当。

通过资料收集和实地调查,确定调查区内存在各类地质灾害点共计224处,其中滑坡179处、崩塌25处、不稳定斜坡5处,危岩体11处,泥石流4处(图4)。并系统地总结了调查区地质灾害类型、空间分布及形成条件,研究了其与地形地貌、地层岩性、地质构造,岩土体结构、降雨、地震、河流侵蚀、人类活动等因素的关系,对代表性灾害点的形成因素和稳定性进行了评价。

总体上看,调查区地质灾害的分布呈现3个特征:①灾害点主要沿南部清江干流沿线和北部重大工程沿线呈带状分布。②顺向岸坡段崩、滑灾害发育;③逆向岸坡软弱地层滑坡、崩塌发育。

## 5 沉积地球化学

(1) 以长阳流溪剖面为重点,利用南华系细碎屑岩的化学蚀变指数,结合主量元素的比值、粒度分析的结果,探讨了南华纪的气候变化:莲沱组形成经历了温暖、湿润-寒冷、干燥-温暖、湿润的气候变化,化学风化程度低等至中等;南沱组则形成于寒冷、干燥的气候条件下,化学风化程度较低<sup>[22]</sup>。

(2) 震旦系/寒武系界线及寒武系底部牛蹄塘组的地球化学研究表明:FeO含量在震旦系与寒武系界线附近发生跃变,此后一直在较高水平保持相对稳定,SiO<sub>2</sub>和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量也明显增高,表明牛蹄塘组沉积时受陆源物质影响较大;寒武系底部微量元素Pb、Cr、V、Mo、Sr、Ba和U相对富集,而Co、Ni、Zn、Zr、Ta等元素亏损较大,显示热水沉积作用的参与;轻、重稀土分异明显,球粒陨石标准化配分曲线图中稀土配分模式右倾,具弱的Ce负异常和Eu正异常,总体反应一种贫氧的滞流环境; $\delta^{13}\text{C}$ 值在震旦系与寒武系界线显示出强烈的负偏,幅度达0.94‰,牛蹄塘组下部呈缓慢增大趋势,至一段顶部表现出显著正偏,这可能与生产率和含氧量的变化有关。

(3) 通过对泥盆系至石炭系碎屑岩分析研究

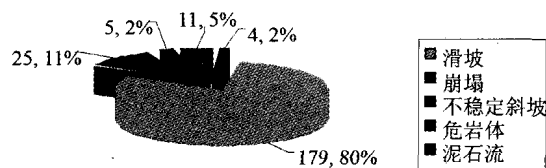


图4 调查区地质灾害类型统计

Fig.4 The statistics of geological disasters

表明,黄家磴组、梯子口组、高骊山组的 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 及 $\text{TFe}_2\text{O}_3$ 的含量较高,表明与陆源物质关系影响较大,和州组下段 $\text{CaO}$ 含量高,表明海水相对较深。 $\text{Na}_2\text{O}$ 及 $\text{Mg}/\text{Ca}$ 值指示气候由温湿-干热-温湿变化的过程。微量元素,如 $\text{Cu}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{As}$ ,因地球化学行为相似,总体变化曲线一致。稀土总量高,轻重稀土分馏程度高, $\text{Ce}$ 、 $\text{Eu}$ 负异常,配分曲线指示样品来源一致。 $\text{Cu}/\text{Zn}$ 、 $\text{V}/\text{Cr}$ 、 $\text{Ni}/\text{Co}$ 、 $\text{U}/\text{Th}$ 、自生 $\text{Uau}$ 和 $\text{Ce}/\text{La}$ 比值表明研究区该时期整体处于氧化环境中。 $\text{Sr}/\text{Ba}$ 及 $\text{B}/\text{Ga}$ 比值指示出近岸沉积特征。

(4) 通过对二叠系/三叠系界线附近层位的地球化学研究表明, $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 等常量元素在吴家坪期近顶部出现低谷值后迅速增加,在P/T界线附近表现为急剧变化。大隆组及大冶组底部层位稀土元素的北美页岩配分模式相似,显示出相互平行的特点, $\delta\text{Ce}$ 变化于 $-0.0036 \sim -0.1081$ ,表明一种缺氧的沉积背景。大隆组 $\text{U}/\text{Th}$ 多大于2.00,最高可达14.00,大冶组该值则较低,一般低于1.00,表明其缺氧性较大隆组差, $\text{V}/(\text{V}+\text{Ni})$ 比值大隆组波动较大,总体变化于 $0.4 \sim 0.9$ 之间,而大冶组相对稳定,为 $0.6 \sim 0.8$ 之间, $\text{Ni}/\text{Co}$ 大隆组波动也较大,为 $<0.5 \sim 40.00$ 间,总体来看,大隆组反映了含氧量低(甚至缺氧)的沉积环境,反映出一种近岸静水的潮下低能带特点。

(5) 大冶组一段主量元素的含量变化较大,泥岩中除含 $3.08\% \sim 18.61\% \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $0.69\% \sim 5.89\% \text{K}_2\text{O}$ 外,另含较多的 $\text{MgO}$ 和 $\text{CaO}$ ,表明泥岩中含较多的碳酸盐成分,灰岩中除含 $\text{CaO} 29.97\% \sim 53.13\%$ 、 $\text{MgO} 0.69\% \sim 9.15\%$ 外,另表现出具有较高的 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量特征( $\text{SiO}_2$ 含量 $2.2\% \sim 25.68\%$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量 $0.77\% \sim 6.84\%$ ),表明其受陆源物质影响较大。大冶组二段以泥晶灰岩为主,主要造岩元素含量变化较小,反应受陆源物质影响较小。从 $\text{U}/\text{Th}$ 、 $\text{V}/(\text{V}+\text{Ni})$ 、 $\text{V}/\text{Cr}$ 、 $\text{Ni}/\text{Co}$ 等微量元素比值来看,大冶组总体处于氧化-贫氧环境,且二段含氧量较一段明显提高。 $\delta^{13}\text{C}$ 值在二叠系与三叠系界线之上显示出较强烈的波动,幅度达 $4.09\text{‰}$ 。先是降低至 $0.67\text{‰}$ ,接着上升至 $3.09\text{‰}$ ,后又迅速下降至 $0.22\text{‰}$ ,此后在 $0.38\text{‰} \sim 1.87\text{‰}$ 间波动,碳同位素值在大冶组一段顶部达到最低值后,至大冶组二段表现出相对稳定

的正偏趋势。这与华南及全球其它地区早三叠世的碳同位素变化规律一致<sup>[23]</sup>。

## 6 构造地质

(1) 在查明调查区褶皱和断裂构造的空间展布、变形特征、活动期次、形成时间、力学性质、复合关系基础上,指出调查区以近E-W向构造为主体,普遍叠加S-N向构造,具体表现为在E-W向褶皱构造的核部(或两翼)形成S-N向短轴状背、向斜,如调查区西南部渔峡口、盐店坪一带,叠加作用或影响自西向东逐渐减弱(图1)。

(2) 重点查明了都镇湾断裂带的平面展布,在调查区大溪亮往北地区,由三条近平行的断裂组成,均呈NNW向舒缓波状延伸,断面近于直立,主断裂西侧发育多条近S-N向平移分支断层;大溪亮往南,主要表现为单条主断裂,呈NNW向舒缓波状延伸,局部见NNW或NW向分支断层。断裂地层效应及断裂带结构特征表明,都镇湾断裂至少经历了两次强烈的构造变形:早期以右行平移为主,在大溪亮以北地层效应明显;晚期以自NE向SW的强烈挤压作用为主,在大溪亮以南表现明显。

(3) 在火烧坪大麻岭一带高海拔地区(1770 m)发现古土壤层(红色风化壳),综合前人资料指示这一高度的地貌面可能经历过准平原的发育阶段。通过前人资料及本次调查记录,编制调查区多级层状水平溶洞和清江干、支流多级阶地统计简图,表明调查区在新构造时期以间歇性隆升为主。

(4) 通过对调查区及外围活动断裂及滑坡同位素测试年龄的系统统计,编制断裂活动的年龄分布直方图,与滑坡年代分布对比发现,断裂活跃峰期与滑坡活跃峰期相间分布,即后者与前者相比具有明显的滞后性,表明断裂活动除直接导致滑坡等地质灾害外,更主要的是为地质灾害的发生奠定先决条件<sup>[24]</sup>。

## 7 经济地质

(1) 通过水系沉积物测量,圈定了组合元素化学异常45处,经异常查证,新发现铅锌矿化点1处,

钒钼矿化点1处。

区内各种异常展布方向与构造线方向基本一致,空间形态与构造展布范围相对应。区内大部分异常出露于背斜、向斜轴部或倾伏端,大断裂附近及断裂构造复合部位等成矿有利部位,且与已知矿床(点)吻合。

从地层含矿性来看,V、Mo、Ni等元素浓集中心主要是二叠纪、寒武纪、震旦纪,Pb、Zn、Hg等元素浓集中心主要是奥陶纪、寒武纪、震旦纪,Cu、Ag等元素浓集中心则为震旦纪、三叠纪。

(2)新确定调查区内两个铅锌矿矿源层,一是白竹岭一带寒武纪牛蹄塘组底部的灰黑色页片状炭质泥岩夹深灰色磷块岩透镜体,磷块岩的岩石薄片见闪锌矿,但该层在横向上不稳定;二是学堂坳一带寒武纪天河板组下部的白云质条带泥晶灰岩层,与NW向的断裂和密集节理有关,呈带状分布,野外可见晶形较好的方铅矿。

(3)调查区自然风光优美、人文景观独特、旅游资源丰富。可分为自然景观和历史遗迹两种类型。自然景观中以水体景观最为独特迷人,“水色清照十丈”的清江干流以及相伴生的峡谷风光、山岳地貌成了一道道独特的风景线。历史遗迹主要包括巴人发祥地——武落钟离山,香炉石遗址,天柱山道教圣地等。

致谢:本文是集体劳动的成果,对参加野外调查的李志宏、彭轲、李旭兵、王世昌、杨文强、吴俊、方应波、刘红艳等表示衷心感谢。并以此文纪念尊敬的徐安武研究员。

#### 参考文献:

- [1] 章森桂,张允白,严惠君. "国际地层表"(2008)简介[J]. 地层学杂志,2009,33(10):1-10.
- [2] 彭善池. 华南寒武系年代地层系统的修订及相关问题[J]. 地层学杂志,2008,32(3):239-245.
- [3] 李慧,童金南,任江波,等. 湖北兴山峡口早三叠世双壳类生物地层及古群落分析[J]. 地球科学,2009,34(5):733-742.
- [4] 冯少南,许寿永,林甲兴,等. 长江三峡地区生物地层学(3),晚古生代分册[M]. 北京:地质出版社,1984,1-62.
- [5] 湖北省地质矿产局. 湖北省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [6] 汪啸风,陈孝红,张仁杰,等. 长江三峡地区珍贵地质遗迹保护和太古代-中生代多重地层划分与海平面升降变化[M]. 北京:地质出版社,2002,131-192.
- [7] 姚华舟,汪啸风. 关于长阳组建组剖面的问题[J]. 华南地质与矿产,2004,(1):74.
- [8] 李志宏,王志浩,汪啸风,等. 湖北宜昌黄花场剖面中/下奥陶统界线附近的牙形刺[J]. 古生物学报,2004,43(1):14-31.
- [9] 汪啸风,Stouge S.,陈孝红,等. 全球下奥陶统-中奥陶统界线层型候选剖面—宜昌黄花场剖面研究新进展[J]. 地层学杂志,2005,29(增):467-489.
- [10] 陈旭,戎嘉余,樊隽轩,等. 奥陶系上统赫南特阶全球层型剖面和点位的建立[J]. 地层学杂志,2006,30(4):289-305.
- [11] 汪啸风,倪世钊,曾庆鑫,等. 长江三峡生物地层学(2) 早古生代分册[M]. 北京:地质出版社,1987,43-197.
- [12] 陈旭,戎嘉余,周志毅,等. 上扬子区奥陶-志留纪之交的黔中隆起和宜昌上升[J]. 科学通报,2001,46(12):1052-1056.
- [13] 苏文博,王永标,龚淑云. 一条新发现的奥陶系-志留系界线剖面[J]. 现代地质,2006,20(3):409-412.
- [14] 苏文博,何龙清,王永标,等. 华南奥陶-志留系五峰组及龙马溪组底部斑脱岩与高分辨综合地层[J]. 中国科学(D辑),2002,32(3):207-219.
- [15] 徐安武,胡宁,曾波夫. 中扬子泥盆纪岩相古地理及有关矿产[M]. 岩相古地理文集(7). 北京:地质出版社,1992,127-172.
- [16] Wilson JL. Carbonate facies in geologic history [M]. New York, Springer-Verlag,1975,471p.
- [17] 李旭兵,王令占,王传尚,等. 鄂西志留系罗惹坪组底部碳酸盐岩沉积环境分析[J]. 地层学杂志,2008,32(3):272-277.
- [18] Ekdale A A, Lamond R E. Behavioral cladistics of trace fossils: Evolution of derived trace-making skills [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2003, 192:270-290.
- [19] Zhao X M, Tong J N, Yao H Z, et al. Anachronistic Facies in the Lower Triassic of South China and their implications to the ecosystems during the recovery time [J]. Science in China (Ser D), 2008, 51:1646-1657.
- [20] 赵小明,牛志军,童金南,等. 早三叠世生物复苏期的特殊沉积——“错时相”沉积[J]. 沉积学报,2010,28(1):38-47.

- [21] Zhao X M, Tong J N, Yao H Z, et al. Micro Probe Analysis on Triassic Vermicular Limestone in Wufeng, Hubei, China [J]. *Journal of Earth Science*, 2010, 21: 186–190.
- [22] 赵小明, 刘圣德, 张权绪, 等. 鄂西长阳南华系地球化学特征的气候指示意义及地层对比 [J]. *地质学报*, 2011, 85(4): 576–585.
- [23] Tong J N, Zhang S X, Zuo J X, et al. Events during Early Triassic recovery from the end-Permian extinction [J]. *Glob Planet Change*, 2007, 55: 66–80.
- [24] 王令占, 牛志军, 赵小明, 等. 三峡地区更新世滑坡与断裂活动、气候变化关系的再认识 [J]. *中国地质灾害与防治学报*, 2009, 20(1): 46–50.

## New Progress in 1:50 000 Regional Geological Survey in Huoshaoping, Changyang, Western Hubei Province

ZHAO Xiao-Ming, NIU Zhi-Jun, TU Bing, WANG Ling-Zhan, XIE Guo-Gang, TIAN Yang, ZENG Bo-Fu  
(Wuhan Centre of China Geological Survey, Wuhan 430205, China)

**Abstract:** Base on the International Stratigraphy Guide (2008) and working on the biostratigraphy, lithostratigraphy, event stratigraphy and chemical stratigraphy, multiple stratigraphic division and correlation sequence has been improved during 1:50 000 regional geological survey in Huoshaoping, Changyang, Western Hubei province. We studied the Lower-Middle Ordovician and Ordovician-Silurian Boundaries, and precisely compared with Huanghuachang and Wangjiawan Global Stratotype Section and Point (GSSP), which expanded comparison of GSSP regionally. On the analysing of sedimentary environment, rock types and characteristics of rock assemblages in survey area, the authors put forward three sedimentary facies model, and identified sedimentary types and spatial distribution of Ordovician Miaopo Formation, bottom of Silurian Luoreping Formation, Carboniferous Hezhou Formation, Permian Dalong Formation and other formations. At the same time, the environmental and biologic bearing of the Early Triassic Trace fossils and “anachronistic facies” have been explored. After investigation, we established stratigraphic structural framework, clarified the tectonic evolution history, divided the structural deformation stage, investigated the relationship between geological hazards and tectonic activity. By stream sediments analysis and mineralization abnormalities check, we discovered one Pb-Zn, one V-Mo ore occurrences and two Pb-Zn source layers.

**Key words:** stratigraphic division and correlation; sedimentary facies model; regional geological survey; Changyang, Hubei Province.