

中国扬子陆块

中、西部奥陶系宝塔组三叶虫动物群

● 周志强 周志毅 项礼文 著



地质出版社

中国扬子陆块中、西部奥陶系宝塔组 三叶虫动物群

中国地质调查局西安地质矿产研究所
周志强 现代古生物学和地层学国家重点实验室 著
(中国科学院南京地质古生物研究所)
周志毅 中国科学院南京地质古生物研究所
项礼文 中国地质科学院地质研究所

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

奥陶系宝塔组是扬子陆块分布最广的古生代地层之一,系一套形成于较深水环境的、凝缩的壳相泥晶灰岩和泥质瘤状灰岩地层,产丰富的三叶虫化石。本书系统描述了扬子陆块中、西部宝塔组的三叶虫动物群,包括 29 科、77 属、3 亚属、126 种、11 个相似种和 66 个未定种,其中有 3 个新属、38 个新种。化石材料系统采集于湖北西部、湖南西北部、重庆西南部、陕西南部、四川北部和贵州北部的 23 条剖面。在扬子区浅外陆棚相和深外陆棚相的宝塔组分别建立了 4 个和 12 个三叶虫化石带,确立了各三叶虫化石带的时代和对比;对扬子区奥陶系宝塔组生物地层学研究、区域地层对比,以及古地理环境的恢复具有重要意义。

本书可供从事基础地质调查的科研、生产人员,地层古生物工作者,以及有关专业的大专院校师生阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国扬子陆块中、西部奥陶系宝塔组三叶虫动物群/
周志强等著. —北京:地质出版社, 2016. 8

ISBN 978-7-116-09882-4

I. ①中… II. ①周… III. ①奥陶纪-三叶虫纲-动物区系-研究-西南地区 IV. ①Q915.819

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 190124 号

Zhongguo Yangzi Lukuai Zhong Xibu Aotaoxi Baotazu Sanyechong Dongwuqun

责任编辑:田野 吴金键

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 66554528 (邮购部); (010) 66554631 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 66554686

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:889mm×1194mm^{1/16}

印 张:27

字 数:814 千字

版 次:2016 年 8 月北京第 1 版

印 次:2016 年 8 月北京第 1 次印刷

定 价:98.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-09882-4

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前言

本书描述的三叶虫标本全部来自宝塔组(广义),是笔者和同事在1988~2007年期间陆续在扬子陆块中、西部的23个剖面采集的(图1)。除2000年研究的贵州沿河土地坳剖面 and 2007年测制的重庆秀山妙泉剖面外,其他剖面的工作都是笔者1988~1998年从事扬子陆块奥陶纪三叶虫生物相研究课题时完成的,这包括陕西南部、四川北部米仓山地区的17个剖面,长江三峡地区的两个剖面 and 湖南西北的两个剖面。其中,以宝塔组发育较好、化石采集较充分的5个剖面作为三叶虫系统分类和分带的关键剖面,它们包括陕南宁强县裆门沟、南郑县梁山、勉县元墩剖面、三峡地区的宜昌普溪河桥和湘西北桃源茅草铺剖面。

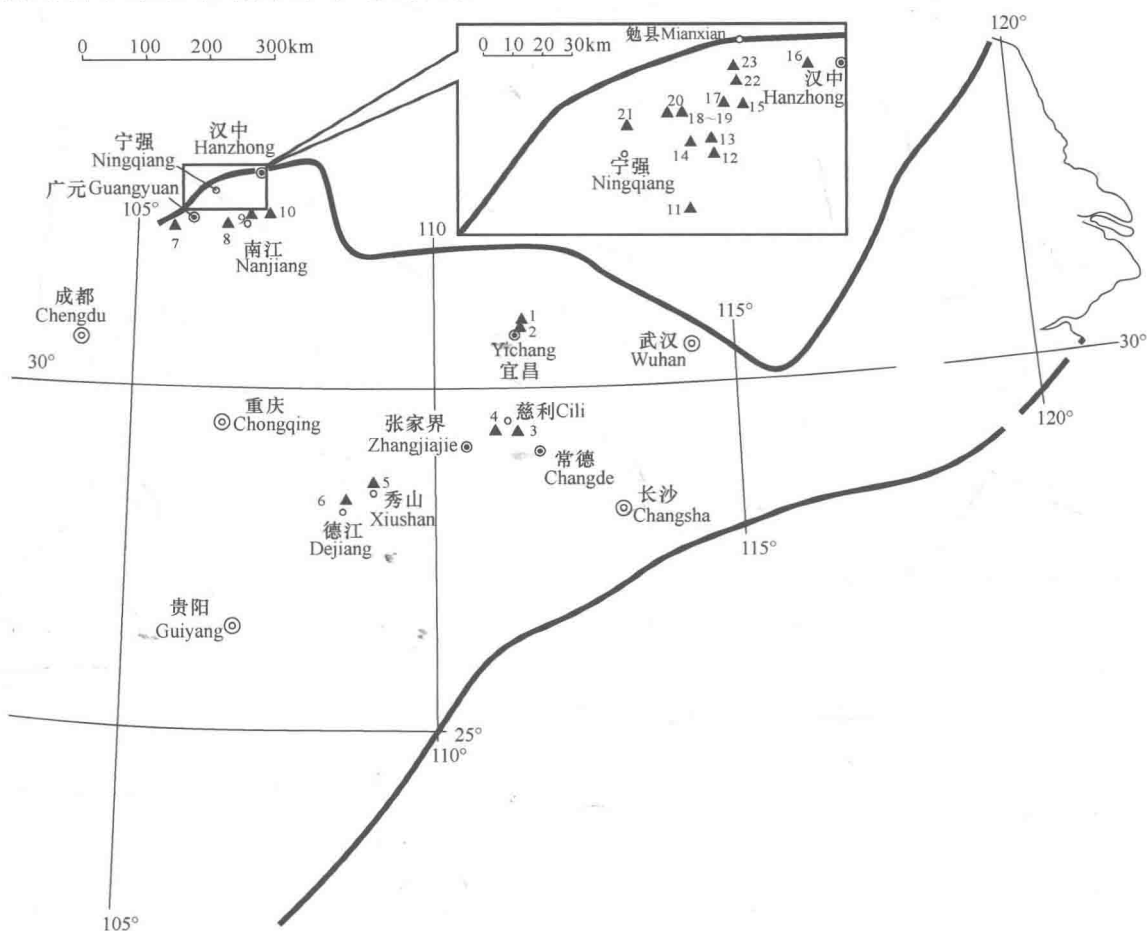


图1 扬子陆块中、西部宝塔组剖面位置图

Text-figure 1 Maps showing locations of measured sections of the Pagoda Formation in the central and western Yangtze Block

- 1—宜昌市普溪河桥 (Puxiheqiao, Yichang); 2—宜昌市黄花场 (Huanghuachang, Yichang); 3—桃源县茅草铺 (Maocaopu, Taoyuan); 4—慈利县宜冲桥 (Yichongqiao, Cili); 5—秀山县妙泉 (Miaoquan, Xiushan); 6—沿河县土地坳 (Tudi'ao, Yanhe); 7—青川县猫儿塘 (Mao'ertang, Qingchuan); 8—旺苍县大两会 (Dalianghui, Wangcang); 9—南江县桥亭 (Qiaoting, Nanjiang); 10—南郑县福成 (Fucheng, Nanzheng); 11—旺苍县青木洞 (Qingmudong, Wangcang); 12—南郑县碑坪 (Beiping, Nanzheng); 13—南郑县元坝 (Yuanba, Nanzheng); 14—南郑县周家营 (Zhoujiaying, Nanzheng); 15—勉县高桥沟 (Gaoqiaogou, Mianxian); 16—南郑县梁山 (Liangshan, Nanzheng); 17—勉县漆树坝 (Qishuba, Mianxian); 18—宁强县裆门沟 (Dangmengou, Ningqiang); 19—宁强县范家沟 (Fanjiagou, Ningqiang); 20—宁强县竹叶沟 (Zhuwegou, Ningqiang); 21—宁强县侯家院 (Houjiayuan, Ningqiang); 22—勉县元墩 (Yuandun, Mianxian); 23—勉县高庙 (Gaomiao, Mianxian)

宝塔组除了顶部的润草沟层 (= *Nankinolithus* 层) 含有较多的泥岩、泥灰岩、钙质粉砂岩, 岩性较松软外, 主要由坚硬的泥晶灰岩组成, 化石较难采集。因此, 润草沟层的三叶虫以往报道相对较多 (盛莘夫, 1964; 卢衍豪, 1975; 卢衍豪、张文堂等, 1974; 夏树芳, 1978; 尹恭正, 1980; 项礼文, 姬再良, 1986, 1988)。宝塔组主体的三叶虫, 在 1957~1985 年期间报道的大部分属种来自陕西南郑梁山, 包括卢衍豪 (1957, 1962, 1975) 陆续记述的 8 属 11 种, 盛莘夫 (1964) 描述的 2 属 2 种, 陈润业 (见李耀西等, 1975) 记述的 9 属 27 种。其他地区的材料则属零星报道。自 1986 年起, 有关宝塔组三叶虫的专题研究才陆续问世: 姬再良 (1986) 描述了南郑梁山、重庆綦江、湖北宜昌、秭归的三叶虫 27 属 45 种; 尹恭正等 (2000) 记载了贵州遵义的三叶虫 18 属 21 种; 这里也有本书作者所做的一些工作, 包括: 周志强、项礼文 (Zhou & Xiang, 1993) 描述的陕南、川北蚜头虫类三叶虫 6 属 9 种; 周志强、周志毅等 (2004, 2005) 记述的湖北宜昌和湖南慈利、桃源的三叶虫 22 属 32 种; 周志强、周志毅 (Z. Q. Zhou & Z. Y. Zhou, 2007) 记述的陕西南部桡肋虫类三叶虫 1 属 2 种; 周志毅、周志强 (Z. Y. Zhou & Z. Q. Zhou, 2007, 2009) 记述的陕西南部的圆尾虫类三叶虫 8 属 11 种。由于这些研究的材料来自不同地区, 所描述的属种不免有所重复。迄今为止, 宝塔组主体的三叶虫已描述有 42 属 70 余种。通过这些工作, 宝塔组三叶虫的面貌已初露端倪。

本书对扬子陆块中、西部宝塔组的三叶虫动物群进行了全面、系统的研究, 共描述属于 29 科的 77 属、3 亚属、126 种、11 个相似种、66 个未定种, 其中有 3 个新属 (*Leiolonchodamas*, *Lonchocheirurus*, *Pararemopleurides*) 和 38 个新种: *Amphitryon Xiushanensis*, *Corrugatagnostus ningqiangensis*, *Cyclopyge latilimbata*, *Degamella interrupta*, *D. latifrons*, *Dislobosaspis angustiglossoides*, *Effnasaspis clavata*, *Encrinurella latifrons*, *Hadromeros hunanensis*, *Hexacopyge scopulata*, *Holdenia liangshanensis*, *Kanlingia mirabilis*, *K. reshiensis*, *Kodymaspis expansa*, *K. maocaopuensis*, *Lamproscutellum scoparium*, *Leiolonchodomas dangmengouensis*, *Lonchodomas yichongiaoensis*, *Microparia (Heterocyclopyge) obsoleta*, *Microparia (Quadratapyge) taoyuanensis*, *Niuchangella angustilimbata*, *N. yuanbaensis*, *Oedicybele caeca*, *Ovalocephalus pyriformis*, *O. shaanxiensis*, *Panderia acutata*, *Paraperaspis striolatus*, *Paraphillipsinella ciliensis*, *Pararemopleurides shaanxiensis*, *P. schizophyllus*, *P. longispinus*, *Parillaenus xui*, *Pseudopetigurus yuandunensis*, *Rorringtonia minuta*, *R. obsoleta*, *R. conica*, *Sagavia obscura*, *Telephina truncata*。在该动物群中有 21 个属和 1 个亚属是首次出现。为了展示宝塔组三叶虫动物群相对完整的面貌, 笔者将近期发表的有关属种亦大部分收入本书中, 用英文发表者译成中文。宝塔组三叶虫动物群基本上是一个生活于外陆棚较深水域的动物群, 具有高的分异度, 不仅包括多种多样的表海浮游和底栖属种, 也繁衍了相当丰富多样的中层海水浮游的圆尾虫类三叶虫, 其中不少属种在这个动物群中是首次出现, 它们揭示了动物群鲜为人知的新面貌。宝塔组的三叶虫标本多呈头、胸、尾分离状态保存, 完整背壳罕见; 绝大多数标本微小, 超过 1cm 者凤毛麟角; 这些标本大都保存精良, 分散地分布于岩石中, 没有被水流远距离搬运、磨蚀和淘选的痕迹。对这个有较高丰度的动物群的大量采集, 使大部分属种获得了头盖、活动颊、尾部甚至唇瓣, 为准确的鉴定提供了保证。依据三叶虫属种在区域上和地层序列上的分布规律, 笔者也对该套壳相地层进行了三叶虫带

的划分和对比，尽管有些不尽人意。

笔者的这项研究有幸得到国家自然科学基金（项目编号：41521061，41290260）和现代古生物学和地层学国家重点实验室（中国科学院南京地质古生物研究所）基金（项目编号：063103）的资助，深表感谢。赵江天先生参加了大部分剖面的野外工作；王静平、王国强、陈高潮、袁文伟、张录易、史伦祥、曹瑄铎诸位先生在野外测制剖面 and 采集化石期间给予我们大力帮助；戎嘉余先生鉴定腕足类化石；杨铁芬女士鉴定牙形石化石；陈周庆、胡尚卿先生为本书标本摄影；鲍恺军先生指导图版制作；张举女士绘制插图；爱沙尼亚 H. Pärnaste 博士在 2007 年造访本书第一作者期间，对书中有关手尾虫科新属矛手尾虫属（*Lonchocheirurus*）的建立提供了启示性的建议。笔者在此对他们致以衷心的感谢。

目 录

前言

第1章 地层	1
1.1 宝塔组的命名及沿革	1
1.2 宝塔组在扬子陆块中、西部的划分	3
1.3 剖面介绍	5
1.3.1 长江三峡东部地区	6
1.3.2 湖南西北部、重庆东南部地区	11
1.3.3 贵州东北部地区	20
1.3.4 陕西南部、四川北部米仓山地区	22
第2章 宝塔组的岩相、生物相	53
第3章 宝塔组的生物地层学和时代	55
第4章 宝塔组三叶虫动物群的对比	62
第5章 宝塔组三叶虫的生物地理学	67
第6章 系统古生物学	70
后球接子科 Family Metagnostidae Jaekel, 1909	70
球形球接子科 Family Sphaeragnostidae Kobayashi, 1939	76
科未定 Family Uncertain	77
顶盖虫科 Family Styginidae Vogdes, 1890	78
小菲里普虫科 Family Phillipsinellidae Whittington, 1950 (= Quyuaniaidae Xia, 1978)	83
斜视虫科 Family Illaenidae Hawle & Corda, 1847	90
潘德尔虫科 Family Panderidae Bruton, 1968	96
光盖虫科 Family Leiostegiidae Bradley, 1925	98
裂肋虫科 Family Lichidae Hawle & Corda, 1847	100
齿肋虫科 Family Odontopleuridae Burmeister, 1843	100
隐头虫科 Family Calymenidae Burmeister, 1843	103
手尾虫科 Family Cheiruridae Hawle & Corda, 1847	103
多股虫科 Family Pliomeridae Raymond, 1913	110
彗星虫科 Family Encrinuridae Angelin, 1854	121
十字头虫科 Family Staurocephalidae Prantl & Přibyl, 1947	123
蚜头虫科 Family Proetidae Salter, 1864	124
短眉虫科 Family Brachymetopidae Prantl & Přibyl, 1951	128
小诺林通虫科 Family Rorringtoniidae Owens & Hammann, 1990	131
双股尾虫科 Family Dimeropygidae Hupé, 1953	140
远瞩虫科 Family Telephinidae Marek, 1952	142
栉虫科 Family Asaphidae Burmeister, 1843	148

柴肋虫科	Family Remopleurididae Hawle & Corda, 1847	151
圆尾虫科	Family Cyclopygidae Raymond, 1925	174
宝石虫科	Family Nileidae Angelin, 1854	199
三瘤虫科	Family Trinucleidae Hawle & Corda, 1847	207
美女神母虫科	Family Dionididae Gurich, 1907	210
带针虫科	Family Raphiophoridae Angelin, 1854	211
镰虫科	Family Harpetidae Hawle & Corda, 1847	217
等眼虫科	Family Isocolidae Angelin, 1854	218
舒马德虫科	Family Shumardiidae Lake, 1907	221
参考文献		223
英文概要		237
属种名称索引		318
图版说明		324
图版		361

第1章 地 层

1.1 宝塔组的命名及沿革

长江三峡东部的黄陵背斜两翼,奥陶系出露良好、化石丰富多彩,是我国南方开展奥陶系研究最早、研究程度最高的地区之一。李四光、赵亚曾(1924)对三峡地区的奥陶系进行了开拓性的研究,将该区奥陶系划分为宜昌石灰岩和艾家山系,艾家山系又进一步自下而上分为 *Triplecia* 层(=扬子贝层)和宝塔石灰岩,其上为“志留纪”龙马(=龙马溪)页岩。我们现在使用的宝塔组就来源于李四光等所称的宝塔石灰岩,但它是一个不符合规范的岩石地层单位名称,其名称不是取自其命名地——湖北秭归县新滩境内的雷家山(艾家山误称),而是来源于该灰岩所含的大型鹦鹉螺 *Sinoceras chinense* 的宝塔状形态。嗣后,孙云铸(1931a)在龙马溪页岩底部发现晚奥陶世阿什极尔期笔石,遂将这段地层分离出来,另创名为五峰页岩;张文堂(1962)用大湾组取代了扬子贝层,又将五峰页岩改称为组。因此,更确切地说,李四光、赵亚曾所称的宝塔石灰岩是指当今大湾组和五峰组之间以碳酸盐相为主的地层。杨敬之、穆恩之(1954)详细研究了湖北长阳、宜都的奥陶系,将该区中奥陶统(艾家山统)划分为艾家山建造、宝塔石灰岩和临湘石灰岩。他们所称的宝塔石灰岩为粉红色“龟裂纹”灰岩,厚 14.5m;临湘石灰岩是引用自穆恩之、盛金章 1948 年所创的地层单位,层型在湖南临湘五里牌,其岩性为灰绿色瘤状泥质灰岩,位于宝塔石灰岩(狭义)和五峰页岩之间。张文堂等(1957)将三峡地区的奥陶系划分为下奥陶统宜昌层、分乡层、大湾层,中奥陶统扬子贝层、牯牛潭石灰岩、庙坡页岩、宝塔石灰岩、临湘石灰岩和上奥陶统五峰页岩,其中的牯牛潭石灰岩和庙坡页岩为新创地层单位。牯牛潭石灰岩的标准地点在宜昌分乡牯牛潭,岩性为青灰色、紫红色薄层灰岩、瘤状灰岩,厚 20.2m。庙坡页岩命名地在宜昌分乡庙坡,岩性为黑色页岩夹薄层泥质灰岩及黄绿色页岩,厚度 1.6m。随后,张文堂(1962)稍许修订了上述分层,将扬子贝层并入大湾层,用南津关石灰岩组取代宜昌层,并将上述所有地层单位都改称为组,基本形成了此后国内地质学界惯用的分层序列。按照这一序列,李四光的宝塔石灰岩由下而上被进一步划分为牯牛潭组、庙坡组、宝塔组和临湘组,宝塔组的含义在此被大大缩小了。南京地质古生物研究所(1974)对三峡地区上述划分方案又进行了修订,将临湘组的含义缩小,仅包括其顶部含三叶虫 *Nankinolithus* 的层段,其主体则改称为梅江组。梅江组系该所 1974 年新创组名,层型在重庆秀山大田坝,岩性为瘤状灰岩,厚 13m,以富含鹦鹉螺 *Richadsonoceras* 为特征。梅江组与狭义的临湘组岩性基本相同,它的划出是基于所含化石不同,这显然有悖于岩石地层单位的定义,应当摒弃。20 世纪 90 年代地质矿产部组织了全国地层多重划分和对比研究。赵自强、丁启秀(1996)在《中南区区域地层》中主张将岩性相似的宝塔组和临湘组合并称为宝塔组;对岩性特殊的庙坡组予以保留,当其相变为灰岩时,则并入宝塔组中。继而,周志强等(1999)主张恢复李四光、赵亚曾(1924)宝塔石灰岩的原始含义,将后来分出来的牯牛潭组、庙坡组、宝塔组(狭义)、临湘组改称段,并新建普溪河段以取代宝塔段。经过一段实践,上述学者们反思,这种划分方案过于强调地质填图的可操作性,相对降低了岩石地层划分的精确性,并不完全可取。本书中笔者综合了赵自强、丁启秀(1996)和周志强等(1999)的划分方案,在峡区将李四光、赵亚曾(1924)所称的宝塔石灰岩划分为牯牛潭组、庙坡组、宝塔组,宝塔组下辖普溪河段和临湘段,后者顶部含 *Nankinolithus* 的层段则称为 *Nankinolithus-Ovalocephalus* 组合带(表 1.1)。

表 1.1 长江三峡东部地区中—上奥陶统划分沿革

Table 1.1 Diagram showing historical and present usage of the Middle and Upper Ordovician stratigraphic subdivisions in the eastern Yangtze Gorges area

年代地层 Chronostratigraphic unit			李四光,赵亚曾 J. S. Lee, Zhao Yazeng (1924)	孙云铸 Sun Yunzhu (1931)	杨敬之 穆恩之 Yang Jingzhi Mu Enzhi (1954)	张文堂等 Zhang Wentang et al. (1957)	张文堂 Zhang Wentang (1962)	南京地质古 生物研究所 *NIGP (1974)	汪啸风等 Wang Xiaofeng et al. (1996)	赵自强 丁启秀 Zhao Ziqiang Ding Qixiu (1996)	周志强等 Zhou Zhiqiang et al. (1999)	本书 This book
Series	国际 (阶) Global stage	英 (国) (阶) English stage										
上奥陶统 Upper Ordovician	赫南特阶 Hemantian	阿什杰尔阶 Ashgillian	龙马页岩 Longma Shale	五峰页岩 Wufeng Shale	五峰页岩 Wufeng Shale	五峰页岩组 Wufeng Shale	五峰组 Wufeng Fm.	五峰组 Wufeng Fm.	五峰组 Wufeng Fm.	龙马溪组 (下部) Longmaxi Fm. (Lower part)	五峰组 Wufeng Fm.	五峰组 Wufeng Fm.
			艾家山统 Neichashan Series	宝塔石灰岩 Pagoda Limestone	临湘石灰岩 Linxiang Limestone	临湘石灰岩 Linxiang Limestone	临湘石灰岩组 Linxiang Limestone	临湘组 Linxiang Fm.	临湘组 Linxiang Fm.	宝塔组 Pagoda Fm.	临湘段 Linxiang M.	临湘段 Linxiang M.
	桑比阶 Sandbian	卡拉多克阶 Caradocian			宝塔石灰岩 Pagoda Limestone	宝塔石灰岩 Pagoda Limestone	宝塔石灰岩组 Pagoda Limestone	宝塔组 Pagoda Fm.	宝塔组 Pagoda Fm.		普溪河段 Puxihe M.	普溪河段 Puxihe M.
			中奥陶统 Middle Ordovician	达瑞威尔阶 Dartwilian	兰维恩阶 Llanvirian	庙坡页岩 Miaopo shale	庙坡页岩 Miaopo shale	庙坡页岩 Miaopo shale	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.
大坪阶 Dapingian	艾家山建造 Neichashan Series	牯牛潭石灰岩 Guniutan Limestone				牯牛潭石灰岩 Guniutan Limestone	牯牛潭石灰岩组 Guniutan Limestone	牯牛潭组 Guniutan Fm.	牯牛潭组 Guniutan Fm.	牯牛潭组 Guniutan Fm.	牯牛潭组 Guniutan Fm.	牯牛潭组 Guniutan Fm.
		Yangtzeella Bed	Yangtzeella Bed	扬子贝层 Yangtzeella Bed	扬子贝层 Yangtzeella Bed	大湾层 Dawan Bed	大湾组 Dawan Fm.	大湾组 Dawan Fm.	大湾组 Dawan Fm.	大湾组 Dawan Fm.	大湾组 Dawan Fm.	大湾组 Dawan Fm.

* NIGP : Nanjing Institute of Geology and Palaeontology.

李四光、赵亚曾(1924)命名宝塔石灰岩时并未指定和描述其层型剖面。嗣后,赖才根(1982)和曾庆奎(1983)分别建议用秭归县新滩下滩沱和宜昌市城西北5km的黄花场作为宝塔组的备/候选层型和参考剖面。但是,前者现已淹没于三峡大坝水库之下,后者的大部分露头则已为新建民房掩盖。因而,本研究接受周志强等(1999)的建议,把他们所测的宜昌市分乡镇北约3km之普溪河桥两端剖面作为宝塔组的选型剖面。在此,宝塔组的下部(普溪河段)为灰色、紫灰色中—厚层含生物碎屑、多角形网纹状泥晶灰岩与薄层瘤状泥质灰岩互层,上部(临湘段)为灰色、紫灰色薄层瘤状泥质灰岩夹薄层泥晶灰岩,总厚32.2m;它与下伏庙坡组黑色页岩和上覆五峰组底部黄绿色页岩均为整合接触。

1.2 宝塔组在扬子陆块中、西部的划分

宝塔组是扬子陆块分布最广、最易识别的早古生代地层,主要出露于长江中游川、黔、湘、鄂、渝等省市,向西可伸入滇东北,向北可扩展到陕南、甘南,向东可延入皖南、皖东、苏西南,分布范围近100万km²,它主要由灰色、紫灰色和紫红色中—厚层泥晶灰岩和泥质瘤状灰岩组成,通常厚20~40m,代表了一套相当凝缩的外陆棚碳酸盐岩、人称“宝塔相”(Lindström et al., 1991; 陈均远等, 1991)的沉积,以发育醒目的多角形泥质网纹(收缩纹)和富含直壳鹦鹉螺化石为特色。

在扬子陆块中、西部,笔者们建议的宝塔组划分方案除适用于长江三峡地区还可应用于安徽和县、重庆城口等少数发育有庙坡组页岩的地区。在庙坡组页岩不发育的广大地区,由于宝塔组岩性的横向变化和下伏地层的不同,宝塔组的划分则有所不同(表1.2)。

在湖南西北部、重庆东南部,南京地质古生物研究所(1974)测制的重庆秀山县大田坝奥陶系剖面可视为这个地区中—上奥陶统的代表性剖面,中—上奥陶统在此被划分为紫台组、牯牛潭组、大田坝组、宝塔组、梅江组、临湘组和五峰组。其中的宝塔组为深灰色中厚层“龟裂纹”灰岩,产*Sinoceras chinense*,厚10.8m,它与长江三峡狭义的宝塔组(张文堂, 1962)和本书的普溪河段相当;新建的梅江组上已叙述,应与狭义的临湘组合并称临湘段,含义与广义的临湘组(杨敬之、穆恩之, 1954)一致。大田坝组是在该剖面新建立的组名,是庙坡组页岩同期异相的碳酸岩盐沉积,岩性为灰色、紫红色微条带状中厚层灰岩与小型“龟裂纹”灰岩互层,厚3~6m,以产鹦鹉螺*Lituites*为特征。紫台组岩性以紫红色泥灰岩、灰岩为主,夹黄绿色页岩,厚204m。周志强、曹瑄铎2007年调研了重庆秀山大田坝奥陶系剖面,发现该剖面由于新农舍的修建露头不甚连续,于是在秀山县城西北约20km的妙泉镇南新测了一个奥陶系剖面。这个剖面仅包括牯牛潭组顶部及其以上的地层;牯牛潭组顶部为灰色厚层瘤状泥质灰岩夹薄层泥晶灰岩;大田坝组为浅灰色—灰色薄—中厚层泥晶灰岩夹薄层瘤状泥质灰岩,厚18.3m,以含有较多的铁质结核和发育平行于层理的、密集的泥质条纹(图版62,图8)为特征,但局部也发育小型泥质多角状网纹构造;宝塔组的普溪河段为深灰色、紫灰色中—厚层泥晶灰岩夹薄层瘤状泥质灰岩,多角状网纹发育并为沥青质泥质物充填,厚13.5m;临湘段为灰色厚层瘤状泥质泥晶灰岩,厚13.9m,顶部发育厚0.5m、含*Nankinolithus*黄绿色钙质页岩。从大田坝和妙泉剖面看来,大田坝组与宝塔组普溪河段岩性虽稍有区别,但二者岩性是渐变的、难以分割,亦应作为段一级单位归入宝塔组。这样的划分也比较适合我们在该区所测的慈利宜冲桥和桃源茅草铺剖面。在这两个剖面,牯牛潭组岩性为灰色、紫红色薄—中层泥晶灰岩夹薄层瘤状泥质泥晶灰岩,偶尔发育小型泥质多角状网纹,含生物介壳较少;大田坝段泥晶灰岩呈灰色或稍带紫灰色,岩石中所含的生物介壳数量较牯牛潭组骤然剧增,亦含较多铁质结核,与下伏的牯牛潭组比较容易区分,但大田坝段不具平行于层理的密集泥质条纹构造,发育小型多角状泥质网纹,与上覆的普溪河段在岩性上是逐渐过渡的,难以分开。

在贵州北部、重庆南部地区,张文堂(1962)将该区奥陶系自下而上划分为:桐梓组、红花园石灰岩组、湄潭页岩组、扬子贝组、十字铺组、马蹄石灰岩组、涧草沟组、五峰组(包括顶部的观

表 1.2 扬子陆块中、西部中—晚奥陶世岩石地层划分对比表

Table 1.2 Correlation between representative Middle and Upper Ordovician Lithostratigraphic units in the central and western Yangtze Block

年代地层 Chronostratigraphic Unit		地区 Area		作者 Authors		长江三峡地区 Gorge on the Yangtze River		湘西、渝东南区 NW Hunan, SE Chongqing		黔北区 Northern Guizhou		陕南、川北米仓山区 Micangshan, S Shaanxi and N Sichuan	
全球 Global	英国 English	李四光等 J.S. Lee 1924	张文堂 Zhang Wentang 1962	南京地质古生物研究所 *NIGP 1974	赵自强等 Zhao Ziqiang et al. 1996	周志强等 Zhou Zhiqiang et al. 1999	本书 This book	南京地质古生物研究所 *NIGP 1974	周志强等 Zhou Zhiqiang et al. 1999	本书 This book	卢衍豪 Lu Yanhao 1975	赖才根等 Lai Cagen et al. 1990	本书 This book
上奥陶统 Upper Ordovician	赫南特阶 Hirnantian	龙马灰岩 Longma Shale	五峰组 Wufeng Shale	五峰组 Wufeng Fm.	五峰组 Wufeng Fm.	五峰组 Wufeng Fm.	五峰组 Wufeng Fm.	五峰组 Wufeng Fm.	五峰组 Wufeng Fm.	五峰组 Wufeng Fm.	南郑组 或 五峰组 Nanzheng Fm. or Wufeng Fm.	南郑组 或 五峰组 Nanzheng Fm. or Wufeng Fm.	南郑组 或 五峰组 Nanzheng Fm. or Wufeng Fm.
	阿什极尔阶 Ashgillian												
	凯迪阶 Katian												
	桑比阶 Sandbian												
中奥陶统 Middle Ordovician	达瑞威尔阶 Dartwilian	宝塔石灰岩 Pagoda Limestone	庙坡页岩组 Miaopo Shale	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.	庙坡组 Miaopo Fm.

*NIGP: Nanjing Institute of Geology and Palaeontology.

音桥层)。稍后,张文堂等(1964)将扬子贝组合并入湄潭页岩称湄潭组,用宝塔组取代马蹄石灰岩组,将红花园石灰岩组简称红花园组,形成目前国内最通用的黔北、渝南奥陶系岩石地层系列。但是,南京地质古生物研究所(1974)出版的《西南地区地层古生物手册》又重新启用了马蹄组一名。马蹄组源于马蹄石灰岩,由丁文江在1929年命名,黄汲清1947年整理丁氏的地质调查报告时曾加以说明并发表。它是以该灰岩发育的泥质网纹形似马蹄印痕而得名,是个不规范而且未得到广泛运用的地层名称,建议不再使用,用宝塔组代之,并将涧草沟组取消、归入宝塔组。这里还要提及的是风洞岗组这一地层单位,它是在四川、贵州、云南三省地层总结现场讨论会创建的,命名地在綦江观音桥附近,是指界于湄潭组之上、宝塔组之下的一套厚6.8m之灰色中—厚层微—细粒灰岩,以发育波状泥质条纹为特征。鉴于风洞岗组岩性与宝塔组大田坝段相似,笔者建议也与宝塔组合并。

米仓山地区包括陕西省南部汉中—宁强一带和四川北部南江—广元一带。卢衍豪(1959)以汉中(应为南郑县)下梁山剖面为基础将奥陶系从下到上划分为赵家坝页岩、西梁寺页岩、扬子贝层和宝塔石灰岩。1975年,除将上述地层单位改称为组,他还在扬子贝组和宝塔石灰岩之间增加了带有疑问的“庙坡组”及“牯牛潭组”;在他所列的南郑县下梁山剖面,宝塔组下部(12层)是厚6m的砖红、紫红色“龟裂纹”(=收缩纹)不纯灰岩,上部(13层)是厚10m的灰色“龟裂纹”不纯灰岩,其上为志留系南郑页岩;划归其下伏“庙坡组”及“牯牛潭组”的11层为浅砖红色“龟裂纹”泥质灰岩(厚7.1m),第10层为粉红色—黄色及灰黄色泥质灰岩(15m);扬子贝组为粉红、黄色钙质页岩夹灰岩结核(36m)。根据笔者后来在梁山后沟新测的宝塔组剖面,对上述地层划分可作如下修正:①宝塔组不仅包括卢衍豪的11~13层,还应包含其上覆的含 *Nankinolithus* 的1.1m绿灰色泥质灰岩(=涧草沟层),因为整个组岩性特征相似,仅是颜色不同而已;②扬子贝组由于属于不规范的地层名称,应予弃用,并归入西梁寺组,后者岩性为黄色页岩夹薄层和瘤状灰岩;③卢衍豪的第10层处于宝塔组和西梁寺组之间,主要由钙质砂岩而非泥质灰岩组成,应当重新划归为谭家沟组。事实上,在米仓山地区的宝塔组和西梁寺组之间确实还存在着一段地层,四川省地质局第二区测队称之为谭家沟组。谭家沟组命名于广元三磊坝谭家沟,岩性为灰、褐灰色薄层钙质石英砂岩与灰色薄层灰岩、砂质灰岩互层,厚80m,产笔石 *Cryptograptus tricornis* (Carruthers), *Nemagraptus gracilis*? Hall等(见内刊:王汝植,1981.西南地区地层总结《奥陶系》)。笔者们所测的众多剖面中,谭家沟组是普遍存在的(图版61,图1,2,3),虽然岩性多少有些变化、也不含笔石。谭家沟组在本书也用于指米仓山东北缘西乡三郎铺和南缘南江桥亭(图版61,图4)、旺仓青木洞一带覆于寒武系武陵统陡坡寺组或黔东统阎王碛组侵蚀间断面上和宝塔组之间的一段碎屑岩地层,它由粗粒石英砂岩、含铁石英砂岩、含砾岩屑石英砂岩组成,厚度一般不超过5m。夏树芳等(1987)曾将这段地层命名为西乡组,但西乡群一名早在1960年就为陕西秦岭区测队用于陕西南部青白口纪地层,故西乡组应该取消。在米仓山地区,代表较深水域的宁强县侯家院、裆门沟、竹叶沟和勉县元墩等剖面,宝塔组下部均包含有时代相当于庙坡组和宝塔组大田坝段的地层,岩性主要是紫红色、紫灰色薄—中层泥晶灰岩,与其上相当宝塔组普溪河段的层段没有区别,只能统称宝塔组。宝塔组的上覆地层南郑页岩时代已被证明属于晚奥陶世最晚期至志留纪兰多弗里早期(朱兆玲等,1986)。

1.3 剖面介绍

笔者所测的23个剖面,分三个地区予以叙述。其中一些经过详细采集的剖面,同一层中属于同一化石带的采集点往往有多个,各采集点所含属种有不少是相同的,为了节省篇幅,文中只列一个总的名单,每个采集点的属种名单可从所附柱状剖面图查看。凡是作了较详细研究的剖面都进行了三叶虫生物带的划分,详见下文相关章节。

1.3.1 长江三峡东部地区

湖北省宜昌市普溪河桥和黄花场宝塔组剖面由周志强、赵江天 1996 年测制，后来又进行了短期的化石补采工作（图 1.1）。在此之前，湖北省地质局三峡地层研究组（1978）、宜昌地质矿产研究所和中国地质科学院地质矿产研究所（汪啸风等，1987）及姬再良（1986）先后对秭归新滩下滩沱和宜昌市黄花场剖面作了详细生物地层研究，为笔者们的研究提供了良好的基础。笔者出于研究宝塔组三叶虫生物相的目的，对普溪河桥和黄花场剖面作了更详细的采集，但这种努力在宝塔组临湘段并未取得理想的效果，因为临湘段的化石比较稀少、又大都保存在小的泥晶灰岩瘤体中难以采集。更为遗憾的是，在黄花场宝塔组剖面上新建了大量的小商店和汽车修理场，严重破坏了原来的剖面。

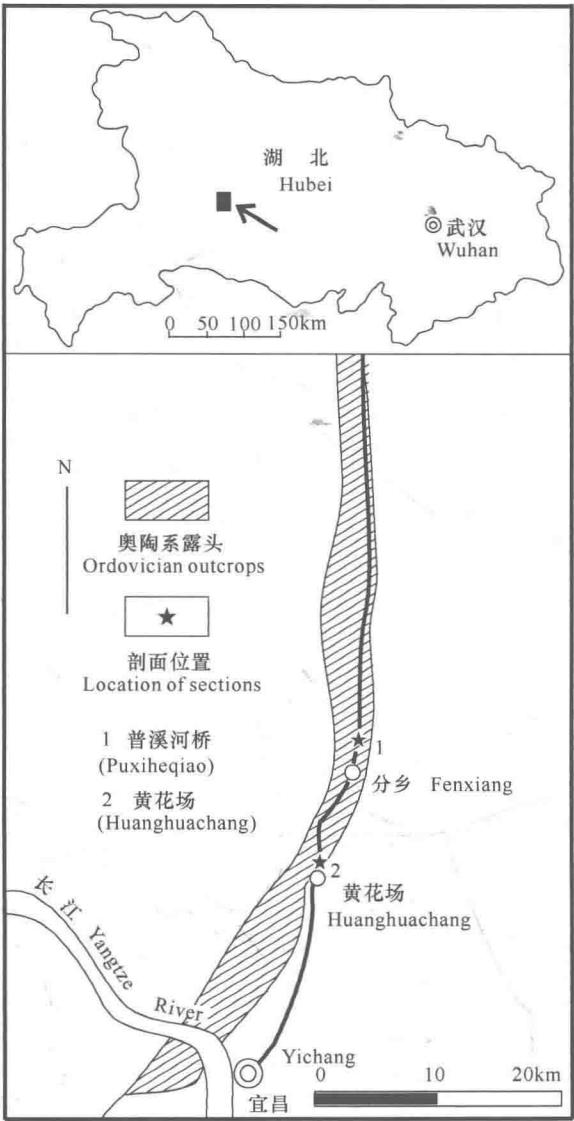


图 1.1 湖北宜昌地区宝塔组剖面位置图

Text-figure 1.1 Location map of the measured sections of the Pagoda Formation in Yichang Area, Hubei Province

1.3.1.1 湖北省宜昌市普溪河桥剖面（图 1.2）

普溪河桥坐落在宜昌市分乡镇北约 3km 之普溪河村南。剖面由桥南端下段剖面和桥北端上段剖面组成。

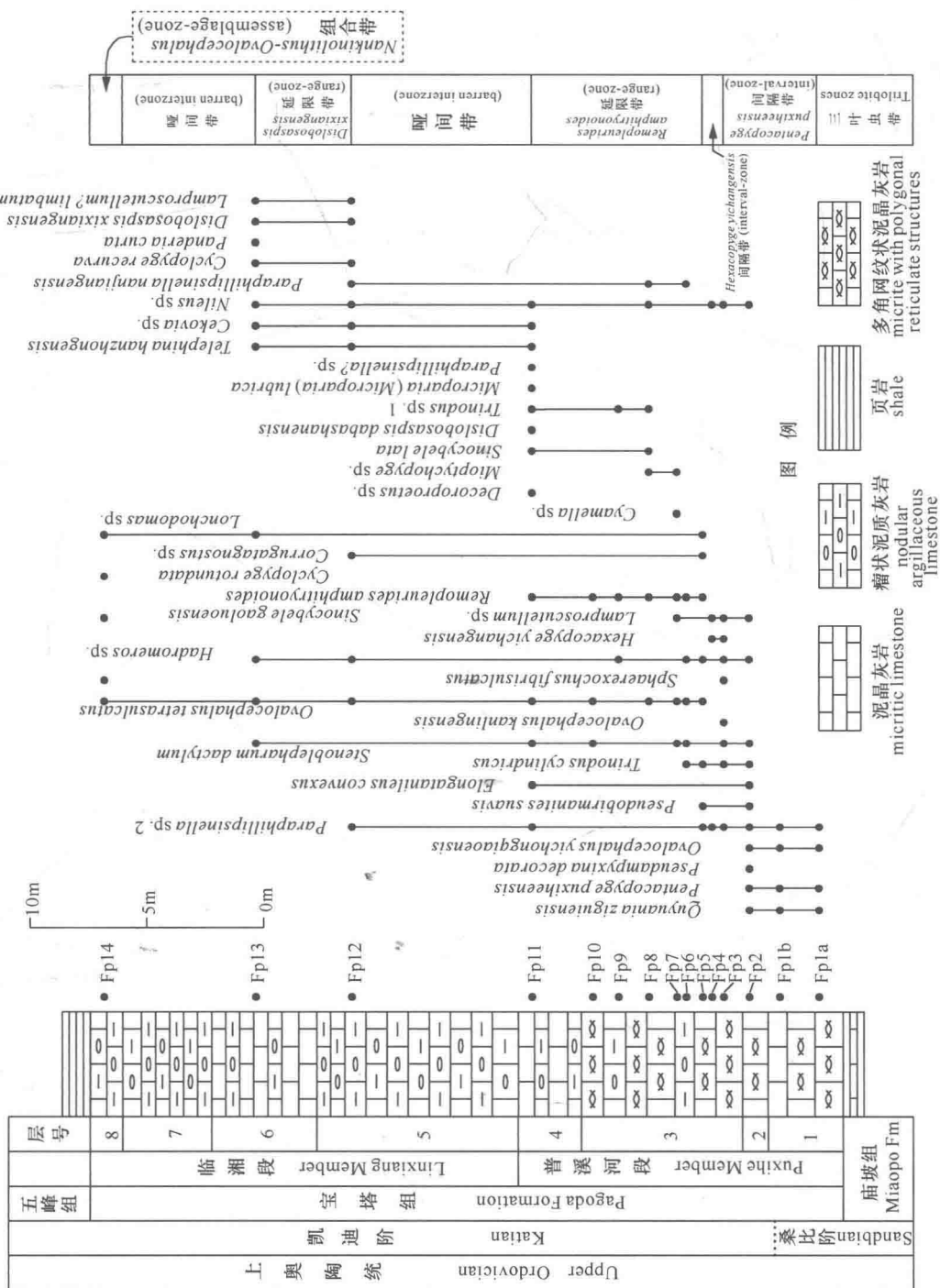


图 1.2 湖北省宜昌市普溪河桥宝塔组柱状剖面图

Text-figure 1.2 Columnar section through the Pagoda Formation at Puxiheqiao, Yichang, Hubei, showing vertical ranges of identified trilobite species

上覆地层 五峰组 灰黑色含炭质页岩,底部有 0.2m 黄绿色页岩。

—— 整 合 ——

宝塔组	32.2m
临湘段	18.3m
8. 黄灰色薄层瘤状泥质灰岩	1.4m
0.8m 处 (Fp14) 含三叶虫: <i>Cyclopyge rotundata</i> Lu, <i>Corrugatagnostus jiangshanensis</i> Lu, <i>Lonchodomas</i> sp., <i>Ovalocephalus tetrasulcatus</i> (Kielan), <i>Sinocybele gaoluensis</i> (Zhou), <i>Telephina decorosus</i> Lu	
7. 灰色、黄灰色薄层瘤状泥质灰岩	3.8m
6. 灰色、褐灰色薄层泥晶灰岩夹瘤状泥质灰岩	4.5m
2.6m 处 (Fp13) 含三叶虫: <i>Cekovia</i> sp., <i>Cyclopyge recurva</i> Lu, <i>Dislobosaspis xixiangensis</i> (Zhou), <i>Lamproscutellum? limbatum</i> Zhou et al., <i>Lonchodomas</i> sp., <i>Nileus</i> sp., <i>Ovalocephalus tetrasulcatus</i> (Kielan), <i>Panderia curta</i> Petrunina, <i>Hadromeros</i> sp., <i>Stenoblepharum dactylum</i> (Xia), <i>Telephina hanzhongensis</i> Chen	
5. 灰色、紫灰色薄—中层瘤状泥质灰岩偶夹薄层三叶虫介壳灰岩,在大的鹦鹉螺壳内亦偶含三叶虫介壳	8.6m
7.1m 处 (Fp12) 含三叶虫: <i>Cekovia</i> sp., <i>Corrugatagnostus</i> sp., <i>Cyclopyge recurva</i> Lu, <i>Dislobosaspis xixiangensis</i> (Zhou), <i>Lamproscutellum? limbatum</i> Zhou et al., <i>Nileus</i> sp., <i>Ovalocephalus tetrasulcatus</i> (Kielan), <i>Paraphillipsinella</i> sp.2, <i>Hadromeros</i> sp., <i>Telephina hanzhongensis</i> Chen	
普溪河段	13.9m
4. 黄灰色、浅砖红色薄—中层含生物碎屑泥晶灰岩与薄层瘤状泥质灰岩互层	2.7m
2.1m 处 (Fp11) 含三叶虫: <i>Cekovia</i> sp., <i>Decoroproetus</i> sp., <i>Dislobosaspis dabashanensis</i> (Chen), <i>Elongatanileus convexus</i> Ji, <i>Microparia (Microparia) lubrica</i> Han, <i>Nileus</i> sp., <i>Ovalocephalus tetrasulcatus</i> (Kielan), <i>Paraphillipsinella</i> sp.2, <i>P.?</i> sp., <i>Remopleurides amphitryonoides</i> Lu, <i>Sinocybele lata</i> (Ji), <i>Stenoblepharum dactylum</i> (Xia), <i>Trinodus</i> sp.1, <i>Telephina hanzhongensis</i> Chen	
3. 浅砖红色、紫灰色中—厚层含生物碎屑泥晶灰岩与黄褐色薄层瘤状泥质灰岩不等厚互层,以泥晶灰岩为主;泥晶灰岩发育多角状泥质网纹	6.9m
距第3层底界之上 1.7m (Fp5)、2.4m (Fp6)、2.8m (Fp7)、4m (Fp8)、5.3m (Fp9) 和 6.4m (Fp10), 采集属于 <i>Remopleurides amphitryonoides</i> 延限带的三叶虫标本 6 层, 总的属种名单是: <i>Corrugatagnostus</i> sp., <i>Cyamella</i> sp., <i>Decoroproetus</i> sp., <i>Hadromeros</i> sp., <i>Lamproscutellum</i> sp., <i>Mioptychopyge</i> sp., <i>Nileus</i> sp., <i>Ovalocephalus tetrasulcatus</i> (Kielan), <i>Paraphillipsinella nanjiangensis</i> Lu, <i>P.</i> sp.2, <i>Pseudobirmanites suavis</i> (Petrunina), <i>Remopleurides amphitryonoides</i> Lu, <i>Sinocybele lata</i> (Ji), <i>Stenoblepharum dactylum</i> (Xia), <i>Trinodus cylindricus</i> Chen, <i>T.</i> sp.1, <i>T.</i> sp.	
1.3m 处 (Fp4) 含三叶虫: <i>Hexacopyge yichangensis</i> Zhou et al., <i>Lamproscutellum</i> sp., <i>Nileus</i> sp., <i>Paraphillipsinella</i> sp.2	
0.8m 处 (Fp3) 含三叶虫: <i>Hexacopyge yichangensis</i> Zhou et al., <i>Lamproscutellum</i> sp., <i>Nileus</i> sp., <i>Ovalocephalus kanlingensis</i> (Zhang), <i>Paraphillipsinella</i> sp.2, <i>Hadromeros</i> sp., <i>Sphaerexochus fibrisulcatus</i> Lu, <i>Stenoblepharum dactylum</i> (Xia), <i>Trinodus cylindricus</i> Chen	
2. 灰色中层含生物碎屑泥晶灰岩,具多角状泥质网纹	1.1m
0.8m 处 (Fp2) 含三叶虫: <i>Elongatanileus convexus</i> Ji, <i>Lamproscutellum</i> sp., <i>Pseudobirmanites suavis</i> (Petrunina), <i>Microparia (Microparia)</i> sp., <i>Nileus</i> sp., <i>Ovalocephalus yichongqiaoensis</i> (Wu & Xia), <i>Paraphillipsinella</i> sp.2, <i>Hadromeros</i> sp., <i>Pentacopyge puxihensis</i> Zhou et al., <i>Pseudampyxina decorata</i> (Ji), <i>Quyuania ziguiensis</i> Xia, <i>Stenoblepharum dactylum</i> (Xia), <i>Trinodus cylindricus</i> Chen	
1. 灰色、深灰色厚层泥晶灰岩,顶部有 0.1m 薄层瘤状泥质灰岩	3.2m

距第1层底界之上1.1~1.3m (Fp1a) 和2.7m (Fp1b), 采集属于 *Pentacopyge puxihensis* 延限带的三叶虫标本两层, 总的属种名单是: *Ovalocephalus yichongqiaoensis* (Wu & Xia), *Paraphillipsinella* sp. 2, *Pentacopyge puxihensis* Zhou et al., *Quyuania ziguiensis* Xia

————— 整 合 —————

下伏地层 庙坡组 黑色、褐灰色页岩夹深灰色薄—中层泥质灰岩, 含三叶虫 *Hexacopyge turbiniformis* Zhou et al. 等。

该剖面自宝塔组普溪河段底界向上1.1m至5.1m为 *Pentacopyge puxihensis* 间隔带; 5.1m至6m为 *Hexacopyge yichangensis* 间隔带; 6m至13.3m为 *Remopleurides amphitryonoides* 延限带; 普溪河段底界向上13.3m至临湘段底界之上7.1m为哑间带; 7.1m至11.2m为 *Dislobosaspis xixiangensis* 延限带; 11.2m至17.7m为哑间带, 17.7m至18.3m层段为 *Nankinolithus-Ovalocephalus* 组合带。

1.3.1.2 湖北省宜昌市黄花场剖面 (图1.3)

黄花场位于宜昌市西北约22km。剖面分两段测制, 下段剖面沿宜昌至兴山公路测制, 位于原黄花场供销社对面, 测剖面时为一采石场, 现已为民房掩盖, 上段剖面则在此剖面以东约100m测制, 穿过黄花场街。

上覆地层 五峰组 黄绿、黑灰、紫灰色薄层含粉砂、水云母泥岩, 含笔石 *Dicellograptus complanatus* Lapworth 等。

————— 整 合 —————

宝塔组	38.9m
临湘段	26.3m
9. 灰色薄—中层泥质灰岩及钙质泥岩	4.6m

距第9层底界之上2.5m (Yh12) 和4.3m (Yh13), 采集属于 *Nankinolithus-Ovalocephalus* 组合带的三叶虫标本两层, 总的属种名单如下: *Calymenesun granulosa* Lu, *Cyclopyge rotundata* Lu, *Corrugatagnostus jiangshanensis* Lu, *Dionide regalis* Lu & Zhou, *Dislobosaspis* sp., *Encrinurides? yanheensis* Yin, *Encrinurella tetrasulcata* Ju, *Hadromeros xiushanensis* (Sheng), *Lonchodomas* sp., *Microparia* (*Microparia*) sp., *Nankinolithus wanyuanensis* Chen & Jian, *Ovalocephalus tetrasulcatus* (Kielan), *Paraphillipsinella* sp., *Phillipsinella tangtouensis* Lu & Zhou, *Pseudampyxina* sp., *Pseudobirmanites communis* (Ju), *Pseudosphaerexochus* sp., *Remopleurides* cf. *amphitryonoides* Lu, *Shumardia* sp. 1, *Sinocybele gaoluensis* (Zhou), *Sphaeragnostus* sp., *Telephina convexa* Lu, *Trinodus sinensis* (Sheng)

8. 灰黄色夹灰绿色薄层瘤状泥质灰岩	21.7m
--------------------	-------

18.1m处 (Yh11) 含三叶虫: *Amphitryon* sp. 3, *Cekovia* sp., *Cyclopyge recurva* Lu, *Dislobosaspis xixiangensis* (Zhou), *Lamproscutellum? limbatum* Zhou et al., *Lonchodomas* sp., *Microparia* (*Microparia*) *lubrica* Han, *Nileus* sp., *Ovalocephalus tetrasulcatus* (Kielan), *Parillaenus* sp., *Hadromeros* sp., *Sphaerexochus fibrilulatus* Lu, *Trinodus* sp. 1

1.9m处 (Yh10) 含三叶虫: *Alceste longifrons* (Olin), *Microparia* (*Microparia*) *lubrica* Han, *Remopleurides amphitryonoides* Lu

0.9m处 (Yh9) 含三叶虫: *Dislobosaspis* sp., *Microparia* (*Microparia*) *lubrica* Han, *Nileus* sp., *Oedicybele* sp., *Ovalocephalus tetrasulcatus* (Kielan), *Hadromeros* sp., *Remopleurides amphitryonoides* Lu, *Stenoblepharum dactylum* (Xia), *Telephina* sp.

普溪河段	12.6m
------	-------

7. 灰紫色中层泥晶灰岩与中薄层瘤状泥质灰岩互层	1.6m
--------------------------	------

6. 淡紫灰色中层含生物碎屑泥晶灰岩, 偶夹薄层瘤状泥质灰岩, 泥晶灰岩发育小型多角状泥质网纹	4.2m
---	------

自距第6层底界之上3.7m (Yh7) 和4.2m (Yh8), 采集属于 *Remopleurides amphitryonoides* 延限带的三叶虫标本两层, 总的属种名单如下: *Amphitryon* sp. 1, *Cekovia* sp., *Hadromeros* sp., *Lamproscutellum? limbatum* Zhou et al., *Mioptychopyge* sp., *Nileus* sp., *Ovalocephalus tetrasulcatus* (Kielan), *Paraphillipsinella* sp. 2, *Remopleurides amphitryonoides* Lu, *Sphaerexochus fibrilulatus* Lu, *Stenoblepharum dactylum* (Xia), *Telephina* sp., *Trinodus* sp.