

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

浙江西部晚奥陶世五峰期沉积 及奥陶系—志留系的分界

钱 家 驹

(浙江区域地质调查队, 浙江省肖山县)

浙江西部晚奥陶世五峰期沉积包括三种相: (一) 笔石页岩相: 由二部分组成, 上部堰口组有笔石 *Diplograptus bohemicus* 带及三叶虫 *Dalmanitina* sp.; 下部于潜组有四个笔石带: (4) *Paraorthograptus yuqianensis*, (3) *Climacograptus venustus*, (2) *Dicellograptus szechuanensis*, (1) *Pseudoclimacograptus anhuiensis* (二) 混合相: 上部为文昌组, 下部为长坞组, (三) 壳灰岩相: 上部为文昌组, 下部为三巨山组, 有 *Taeniolites*, *Proheliolites* 等。本区的 *Dalmanitina*-*Hirnantia* 层出露清楚, 且 *Da.* 和 *H.* 与 *Diplograptus bohemicus* 共生, 时代属晚奥陶世晚期。

关于奥陶系—志留系界线: (1) 笔石相, 划在 *Diplograptus bohemicus* 带与 *Glyptograptus persculptus* 带之间。(2) 笔石相—壳相 (腕足动物群), 划在 *Diplograptus bohemicus* 带之顶与含 *Eospirifer* 动物群层位的底之间。(3) 壳相—壳相 (腕足动物群), 划在含 *Dalmanitina*-*Hirnantia* 动物群层位之顶与含 *Eospirifer* 动物群层位的底之间。

浙江西部上奥陶统发育齐全, 呈北东—南西向带状分布。古生物门类多, 不同类型的古生物沉积相, 分布具有一定规律。据岩性, 古生物及沉积相的差异划分三个区, 以开化马金—德清乌镇断裂为界, 以西为 I 安吉—昌化区; 以东 II 杭州—开化区; 另一为 III、常山—江山灰岩区 (图 1)。

该地区研究历史较久, 早在 20 世纪 20 年代起, 就有人研究 (表 1)。

一、地 层

区内五峰期沉积, 可分早中时及晚时两部分, (本文暂划为上奥陶统中部及上部, 下同) 所划分的三个区与三种不同的沉积相紧密相关, 现列述如下:

(一) 安吉—昌化区 (笔石页岩相)

临安东骆家、堰口剖面

上覆地层: 下志留统安吉组

黄绿色粉砂岩夹泥质条带, 底部有 6m 厚的石英砂岩。中、下部产笔石: *Amplexograptus xiwucuiensis* Ge, *Diplograptus anguslidens*, *D. modestus* Lapworth, *Glyptograptus tamariscus linearis* Perner.

——整 合——

* 浙赣地区若干介壳相奥陶纪地层的时代(未刊稿)。

上奥陶统上部堰口组

总厚 > 340.5m

11. 黄绿色粉砂岩及泥岩互层, 底部为石英砂岩。中、下部产笔石: *Amplexograptus lacer* Hadding, *A. minutus* Carruthers, *A. orientalis* Mu et al, *A. extraordinarius* (Sobolevskaya), *Glyptograptus elegantulus* Mu et Ni, *Diplograptus ojsuensis* Koren et Mikhaylova, *D. bohemicus* Marck; 腕足类: *Plectambonitid*; 双壳类: *Allodesma?* sp., *Cypricardinia* sp., *Deceptrix* sp., *Thorslundinia* sp. 85.9m
10. 黄绿色粉砂岩、粉砂质泥岩互层。产笔石: *Amplexograptus orientalis* Mu et Al, *A. lacer* Hadding, *A. extraordinarius* (Sobolevskaya), *A. typicalis* Hall, *A. typicalis crossi-marginallis* Ruedemann et Decker, *Diplograptus bohemicus* (Marck), *D. spanis* Mu et Ni, *Glyptograptus elegantulus* Mu et Ni, *G. cf. gracilis* Ge, *G. cf. kaochiapienensis* Hsui, *Climacograptus pseudonormalis* Li, *Dicellograptus* sp.; 三叶虫: *Dalmanitina* sp., *D. cf. nanchengensis* var. *zhejiangensis*, *D. cf. mucromata*, *Pletycorypha* sp.; 双壳类: *Allodesma* sp., *Cypricardinia* sp., *Deceptrix* sp., *D. cf. calvini* (Ulrich); 腕足类: *Paromalomena* cf. *polonica* Temple, *Aegiomena* cf. *ultima* Marck et Havlicek; 腹足类: *Pleurorima* cf. *granata* Yu, 13.0m
9. 蓝灰色石英砂岩, 底部为含砾砂岩, 夹 1.8m 厚的砾岩, 砾石为黑色燧石、乳白色石英, 砾径一般小于 1cm, 呈圆状—次圆状 23.5m
8. 灰绿色泥岩。产笔石: *Diplograptus orientalis* > 3.0m
7. 灰黄绿色厚层粉砂—细砂岩, 间夹薄层粉砂质泥岩或粉砂岩, 组成韵律。产笔石: *Diplograptus bohemicus*, *D. spanis* Mu et Ni, *D. ojsuensis*, *D. sp.*, *Climacograptus extraordinarius*, *C. sp.*, *Amplexograptus* sp., *Glyptograptus elegantulus* > 168.4m
6. 灰绿色粉砂、细砂岩与粉砂质泥岩互层。产笔石: *Diplograptus tamalsensis* (Jones), *D. cf. orientalis*, *D. sp.*, *D. maturatus*, *D. ojsuensis* (Koren et Mikhaylova), *Glyptograptus* cf. *poster* Koren et Tzai, *G. asthenus*, *Climacograptus miserabilis* Elles et wood, *C. cf. extraordinarius* (Sobolevskaya), *C. sp.*, *Paraorthograptus* sp., *Orthograptus* cf. *truncatus* Lapworth, 及腕足类、海百合茎 46.7m

———整 合———

上奥陶统中部于潜组

总厚 1264m

5. 青灰色粉砂岩与泥岩组成复理石韵律。产笔石: *Paraorthograptus yuqianensis* Yang, *P. angustus* Mu et Li, *P. niushanensis* Yang, *P. styliformis*, *P. longus* Mu et Li, *Amplexograptus suni* Mu, *Rectograptus socialis* (Lap Worth)。 159.1m
4. 深灰色粉砂岩与青灰色泥岩组成韵律。产笔石: *Climacograptus* cf. *supernus* Elles et wood, *C. venustus* Hall, *C. cf. angustus* Perner, *C. sichanensis* latus Yang, *C. hastatus* T. S. Hall, *C. leptothecalis* Mu et Ge, *Leptograptus* spp., *Dicellograptus complanatus* ornata Elles et wood, *Orthograptus* sp., *Amplexograptus* sp., 203.2m
3. 灰绿色粉细砂岩、粉砂岩与泥岩组成韵律。产笔石: *Dicellograptus excavatus* Yin et Mu, *D. cf. ornata*, *D. complanatus* ornata Elles et Wood, *D. szechuanensis* Mu, *D. szechuanensis u-formalis* Chan, *Climacograptus proceras*, *C. cf. supernus*, *Pseudoclimacograptus* cf. *hughesi* (Nicholson), *Orthograptus truncatus* var. *abbreviatus*, *Retiograptus* sp. 332.3m
2. 青灰色粉砂岩与泥岩组成复理石韵律。产笔石: *Amplexograptus disjunctus* longus Yang, *Climacograptus* cf. *angustus* Perner, *C. cf. supernus* Elles et Wood, *Dicellograptus*

excavatus Yin et Mu, *D. cf. ornatus*, *D. sp.*

291.1m

1. 青灰色粉砂岩为主与泥岩组成韵律。产笔石: *Pseudoclimacograptus anhuiensis* Li, *P. spp.*, *Climacograptus chiai* Mu, *C. cf. angustus* Perner, *Amplexograptus cf. disjunctus yangensis* Mu et Lin, *A. spp.*, *Rectograptus abbreviatus*, *Orthograptus spp.*,

278.3m

——— 整 合 ———

下伏地层: 上奥陶统下部黄泥岗组

深灰色粉砂质泥岩, 下部含钙质结核。

上述剖面总厚 1600 余米, 自下而上为一套海退相沉积, 本区上奥陶统中部于潜组, 为典型之浊积岩, 鲍马 (Bouma) 系列明显, 各层段在区内出露往往不完整。该组以产笔石化石为主, 均为国内五峰阶之重要分子。另据罗璋同志面告在上骆家于潜组中曾采有: *Granularia*, *Megagraptus*(?), *Gordia*, *Planolites*, *Spirophycus*, 等遗迹化石¹⁾, 此化石组合为深海一半深海相产物, 为我国及欧洲复理石相中常见种属。上奥陶统上部堰口组, 其砾岩层尚稳定。所含化石为混合相的, 其中笔石以五峰阶 (W₅) 带分子为主, 伴之以三叶虫 *Dalmanitina* 及腕足类: *Hirnantia* 动物群的重要分子等。该剖面对浙江晚奥陶世地层的研究及与国内上奥陶统的对比起着一定的作用。

德清三桥埠堰口组仅出露下段岩性及生物组合与于潜堰口的完全相似。底部为砾岩层, 其上即为土黄色粉砂质泥岩、粉砂岩互层。产笔石: *Diplograptus bohemicus*, *D. cf. ojsuensis*, *Glyptograptus cf. astuenus*, *G. elegantulus*; 三叶虫: *Dalmanitina* sp.; 腕足类: *Aegiromena cf. ultima*, *Casquella?* sp., *Sanxiaella partibilis*, 及双壳类化石等, 此段相当上述堰口组 9—11 层。安吉递铺、杭垓一带, 于潜组为灰绿色砂、泥质沉积, 韵律已不甚明显, 厚约 600m。堰口组下段为灰黄色中、细粒砂岩, 厚仅 100 余米。砾岩层至此已相变为中、细粒长石石英砂岩, 厚百余米。浙西开化县城附近公路采石场之于潜组中曾采有遗迹化石 *Spirorhapha* (螺线迹, 杨式溥鉴定), 似亦为深水相化石。

(二) 杭州—开化区(混合相)

淳安潭头文昌、沙坑坞剖面

上覆地层: 下志留统安吉组

深灰色细砂岩, 上部夹粉砂质泥岩。产笔石: *Glyptograptus persculptus*, *G. tamariscus*;

腕足类: *Eospirifer* sp., *Zygospira* sp.; 三叶虫: *Iliaenus* sp.,

——— 整 合 ———

上奥陶统上部文昌组

总厚 514.0m

9. 灰色含砾粗砂岩, 底部有 1.6m 厚的砾岩层, 砾石为黑色燧石、乳白色石英, 砾径小于 1cm, 呈次圆状。上部为细砂岩、粉砂质泥岩、泥岩组成韵律。产三叶虫: *Dalmanitina* sp., *Iliaenus* sp.; 双壳类: *Modiopsis* sp.

70.0m

8. 灰色砂岩、中部夹粉砂岩组成韵律。

103.8m

7. 灰色厚层石英砂岩, 顶部夹粉砂岩。产腕足类: *Rhynchotrema* sp., *Lepidocyclus* sp., *Zygospira* sp., *Tadschikia* sp.; 苔藓虫: *Rhinidictya* sp.

121.7m

6. 灰色粉细砂岩、泥岩组成韵律。产腕足类: *Rhynchotrema* sp., *Lepidocyclus* sp., *Ancistrorhyncha* sp. 双壳类: *Ctenodonta* sp.; 腹足类: *Ophileta* sp., *Lesueurilla* sp.

134.0m

1) 杨式溥, 1984, 我国复理石遗迹化石(未刊稿)。

5. 灰色石英砂岩, 中、下部与泥岩呈韵律。产腕足类: *Ancistrohyncha* sp., *Rhynchotrema* sp., *Glyptomena* sp., *Rhynchotrema* sp., *Rafinesquina* sp., *Sowerbyella* sp., *Strophomena* sp., *Leptellina* sp.; 腹足类: *Lesueurilla* sp.

84.5m

———整 合———

上奥陶统中部长坞组 总厚 2336.8 米

4. 黄绿色泥岩与粉砂质泥岩间互, 下部细砂岩与泥岩组成韵律。产腕足类: *Rafinesquina* sp., *Rhynchotrema* sp., *Plectorthis* sp., *Zygospira* sp., *Lepidocyclus* sp., *Sowerbyella* sp., *S. aff. sericea*, *Opikina* sp., *Rostricellula* sp.; 笔石: *Pseudoclimacograptus* sp., *Climacograptus* sp., *Orthograptus* sp., 及棘皮类、苔藓虫、海百合茎
3. 青灰色泥岩, 中部与粉细砂岩组成韵律。产笔石: *Pseudoclimacograptus* sp., 腕足类: 及海百合茎
2. 灰色粉细砂岩、粉砂岩与泥岩组成韵律
1. 灰色粉砂岩、泥质粉砂岩与泥岩组成韵律。产笔石: *Orthograptus truncatus* var. *abbreviatus*,

366.9m

1141.3m

462.6m

366.0m

———整 合———

下伏地层: 上奥陶统下部黄泥岗组

黄绿色钙质泥岩, 下部含钙质结核, 产三叶虫等。

上述剖面在岩性上划分较为清晰, 长坞组可分为上、下二段: 下段以灰色粉细砂岩、粉砂岩及泥岩组成中—小型韵律, 中部呈大一巨型韵律。上段以青灰色泥岩为主, 夹大套韵律。上、下二段较于潜组为厚, 局部鲍马 (Bouma) 系列隐约可见, 生物为腕足类下部有笔石。文昌组岩性单一, 变化不大, 为厚层块状长石石英砂岩夹薄层粉砂质泥岩, 韵律不清, 上部细碎屑岩段较堰口组上部薄, 砾岩层厚仅 1.6m, 化石见 *Dalmanitina*。

区内南东之桐庐龙潭、富阳三溪口及余杭闲林埠, 岩性大致相似, 唯厚度较小, 其上部文昌组大部未出露全。于建德绪塘—下涯埠一带, 缺失下部一套韵律层, 上部亦较薄。龙游志棠、柱杆山、诸暨横阔一带, 岩性出入不大, 但文昌组均未出露, 为泥盆统西湖组所覆盖, 于常山一带文昌组为黄绿色、紫红色细砂岩、粉砂岩互层。砾岩层普遍缺失。

(三) 常山—江山区 (壳灰岩相)

常山三巨山剖面

上覆地层: 下志留统安吉组

青灰色砂岩、粉砂岩。产腕足类: *Eospirifer uniplicatus*, *E. cf. uniplicatus*, *Resserella* sp., *Fardenis* sp., *F. cf. peoten*, *Glyptorthis wenchangensis*, *Dalmanella* sp., *D. cf. testudinaria*, *Clintonella* sp.; 三叶虫 *Proetidae*

———整 合———

上奥陶统上部文昌组 总厚 586.6m

8. 天青色钙质砂岩、粉砂质页岩互层 211.2m
7. 灰色细砂岩与粉砂岩及粉砂质泥岩互层 228.1m
6. 青灰色钙质细砂岩, 中上部夹砂质页岩及灰岩透镜体, 并见少量灰岩砾石。灰岩及灰岩砾石中产腕足类: *Strophomena* sp., *Sowerbyella sericea*, *Rhynchotrema zhejiangensis*, *Catazygo* sp., *Rostricellula* sp.; 珊瑚: *Streptelasma* sp., *Agetolites cf. raritabulatus* Lin., *A. oculiporoides* Lin., *Rhabdotetradium* spp.; 三叶虫: *Remopleurides* sp., *Iliaenus* sp., *Paraharpes?* sp., *Pliomeridae*

147.3m

表 2 浙江西部上奥陶统地层对比
Table 2 Correlation of the Upper Ordovician in Western Zhejiang

地 点 岩 性 化 石 层 位	常山三巨山	兰溪柱杆山	江山长坞	淳安文昌—沙坑坞	桐庐龙潭	临安上骆家—堰口	德清三桥阜
安吉组 S_1^a	粉砂岩、砂岩 腕足: <i>Resserella</i> sp. <i>Leptaena</i> sp.			细砂岩 笔石: <i>Glyptograptus tamaiscus</i>	粉砂岩、砂岩	粉砂岩、砂岩 笔石: <i>Glyptograptus tamaiscus</i>	粉砂质泥岩、细砂岩 夹砾岩未见顶底 195.5m 三叶虫: <i>Dalmanitina</i> sp. 笔石: <i>Diplograptus bohemicus</i> 腕足: <i>Aegiromena</i> cf. <i>ultima</i> , <i>Sanxiaella partibilis</i>
文昌组 O_3^{wv} (堰口组 O_3^{vn})	粉砂岩、钙质砂岩 586.6m 腕足: <i>Rhynchotrema</i> sp., <i>Rosiricellula</i> sp. 三叶虫: <i>Iliaenus</i> sp. 珊瑚: <i>Agelolites oculiporoides</i> <i>Taeniolites</i> , <i>Prohelictolites</i>			粉砂岩、砂岩 514.0m 三叶虫 <i>Dalmanitina</i> sp. 腕足: <i>Rhynchotrema</i> sp., <i>Zygospira</i> sp., <i>Plectorthis</i> sp.	砂岩夹粉砂岩 648.2m 腕足: <i>Zygospira</i> sp., <i>Rhynchotrema</i> sp.	粉砂质泥岩、粉砂岩、砂岩互层夹砾岩 >340.5m 三叶虫: <i>Dalmanitina</i> sp. 笔石: <i>Diplograptus bohemicus</i> 腕足: <i>Aegiromena</i> cf. <i>ultima</i>	
长坞组 O_3^c (于潜组 O_3^{yq})	灰岩、泥质灰岩 1534.2m 珊瑚: <i>Helictolites</i> sp., <i>Agelolites</i> sp., <i>Sellioporella</i> sp., <i>Favistella</i> sp., <i>Neowormsipora</i> sp.	页岩未见顶 1293.6m 腕足: <i>Sowerbyella sericea</i>	页岩、未见顶 280.0m 笔石: <i>Dicellograptus complanatus</i> , <i>Orthograptus truncatus</i>	泥岩、粉砂岩、细砂岩组成韵律 2336.8m 腕足: <i>Sowerbyella</i> sp., <i>Zygospira</i> sp., <i>Rhynchotrema</i> sp. 笔石: <i>Climacograptus</i> sp., <i>Orthograptus</i> sp.	粉砂质泥岩、粉砂岩 2118.1m 腕足: <i>Sowerbyella</i> sp., <i>Glyptomena</i> sp., <i>Mimella</i> sp., <i>Ophlita</i> sp.	页岩、粉砂质泥岩、粉砂岩组成韵律 1264.0m 笔石: <i>Paraorthograptus yugianensis</i> , <i>Dicellograptus complanatus</i> , <i>Climacograptus venustus</i> , <i>Dicellograptus szechuanensis</i> , <i>Pseudoclimacograptus anhuiensis</i>	
黄泥岗组 O_3^h	钙质泥岩 三叶虫: <i>Hammatoecnemis</i> sp., <i>Telephina</i> sp.	钙质泥岩 31.5m 三叶虫: <i>Nankinolithus nankinensis</i> , <i>Hammatoecnemis</i> sp.	钙质泥岩 三叶虫: <i>Nankinolithus</i> sp., <i>Telephina</i> sp.	钙质泥岩 29.6m	钙质泥岩 87.6m 三叶虫: <i>Nankinolithus</i> sp., <i>Hammatoecnemis</i> sp.	钙质泥岩 56.0m 三叶虫: <i>Hammatoecnemis</i> sp., <i>Cyclopyge</i> sp.	

———整合———

- 上奥陶统中部三巨山组 总厚 1534.2 m
5. 灰黑色网格状灰岩。产珊瑚: *Neowormsipora* sp., *Streptelasma* aff. *chekiangensis* C. M. Yu, *Heliolites* sp., *Agetolitella* sp., *Stelliporella* sp., *Catenipora* sp., *Taeniolites* sp. 232.7 m
 4. 灰黑色厚层灰岩, 上部泥质网格灰岩 306.9 m
 3. 灰白色纯灰岩, 底部缝合线状泥灰岩 310.9 m
 2. 灰黑色薄层条带灰岩。产珊瑚: *Favistella* (*pleophyllum*) sp., *Rhabdotetradium* sp. 222.1 m
 1. 灰黑色泥质灰岩, 底部具同生灰岩砾石 461.6 m

———整合———

下伏地层: 上奥陶统下部黄泥岗组

青灰色含灰岩瘤之钙质泥岩。产三叶虫: *Hammatocnemis* sp., *Paraphillipsinella spectabilis*,

上述剖面以产珊瑚为主并有少量腕足类、三叶虫、腹足类等的灰岩相。仅分布在本省西南部常山、江山及江西玉山一带。由江西玉山向北东, 经本省江山之仕阳、大桥芳莲、坛石木林弄, 岩性由灰黑色厚层网格状灰岩、碳质团块灰岩夹薄层瘤状灰岩, 渐变为黄绿色页岩夹灰岩、泥灰岩, 至江山长坞一带则为黄绿色泥质页岩, 其间仅 10 余公里, 横向变化甚为清晰。所见化石丰富, 门类亦多。于江山坛石木林弄村东之剖面, 为青灰、灰绿色页岩含少量灰岩结核, 富产珊瑚: *Plasmoporella* sp., *Catenipora* sp., *Propora* sp., *Sibiriolites* sp., *Rhabdotetradium* sp., *Wormsipora* sp., *Tetradium* sp., *Proheliolites* sp., *Stelliporella* sp., *Acdalopora* sp., *Reuschia* sp., *Neosibiriolites* sp., *Tryplasma* sp., *Parastellipolella* sp., *Heliolites* sp., *Neowormsipora* sp., *Streptelasma* sp.; 腕足类: *Plectatrypa pennata*-*Rukavischnikova*, *Hesperorthis* sp., *Leplelloides* sp., *Rafinesquina* sp., *Rhynchotrema zhejiangensis* Wang, *Conchidium* sp., *Stricklandia* sp., *Zygospira* sp., *Dinorthis* sp.; 三叶虫: *Remopleurides* sp., *Pliomeridae*; 头足类: *Ormoceras tanshihense* Lai, 其中珊瑚在浙赣交界之赣东北玉山鸡头山灰岩及常山三巨山灰岩中常见外, 其余之腕足类、三叶虫等, 则为长坞组中常见之重要分子。壳相灰岩其横向变化亦各不相同, 常山灰埠则由灰岩逐渐变为钙质泥岩; 江山一带则呈犬牙交错状。仅列本区地层表以便对比 (表 2)。

二、划分与对比

本省晚奥陶世五峰期的三个不同的生物-沉积相地层, 尽管目前在资料上某些方面尚感欠缺, 但就现有资料仍可作出一概略的分析与对比。现根据不同的生物相进行对比如下:

(一) 笔石相地层: 化石丰富, 可建立如下五个化石带:

堰口组 (5) *Diplograptus bohemicus*; 于潜组 (4) *Paraorthograptus yuqianensis*, (3) *Climacograptus venustus*-*C. leptothecalis*, (2) *Dicellograptus szechuanensis*, (1) *Pseudoclimacograptus anhuiensis*。

(1) *Pseudoclimacograptus anhuiensis* 带, 包括笔石 *Amplexograptus* cf. *disjunctus* yangtzensis, *Climacograptus chia* 等。(2) *Dicellograptus szechuanensis* 带, 包括笔石 *Dicellograptus excavatus*, *D. complanatus*, *D. cf. ornatus*, *Climacograptus* cf. *supernus*, *Ortho-*

graptus truncatus var. *abbreviatus* 等。*Pseudoclimacograptus anhuiensis* 带与皖南新岭组 *Pseudoclimacograptus anhuiensis* 带相当,其中之 *Amplexograptus* cf. *disjunctus yangtzensis* 为中南、西南区五峰组底部及广西东部田岭口组之带化石。*Dicellograptus szechuanensis* 则与中南、西南区及皖南、赣西北之 *D. szechuanensis* 带相当。该带之 *D. complanatus* 亦为中南地区五峰组及西欧之带化石。上述两化石带与川、黔、湘、鄂四省之五峰组下二笔石带完全可进行对比,相当于宜昌黄花场层型剖面的 W_1 带 W_2 带。与西欧晚奥陶世 (Ashgillian) 两笔石带 *D. anceps* 及 *D. complanatus* 大致相当。(3) *Climacograptus venustus*-*C. leptothecalis* 带,包括 *Climacograptus* cf. *superans*, *C.* cf. *angustus*, *C. leptothecalis*, *C. hastatus*, *C. venustus* 等。上述 *C. venustus*, 及 *C. leptothecalis* 于湘西北、湘中五峰组及皖南新岭组中亦常发现,*C. hastatus* 于赣西北、湘西北亦经常出现,因此 *C. venustus*-*C. leptothecalis* 带与皖南之 *C. venustus*-*C. leptothecalis* 带及湘中之 W_3 *Tangyagraptus typicus* 带可以对比。(4) *Paraorthograptus yuqianensis* 带,包括 *Paraorthograptus angustus*, *P. styliformis*, *P. niushanensis*, *Rectograptus socialis* 等。其中 *Paraorthograptus* 属在区内甚为发育 *Paraorthograptus angustus* 在湘西、赣西北武宁地区较为常见,此带可与鄂西 *P. uniformis* 带,赣西北武宁之 *P. typice* 带,湘南苏水冲组 *P. sp.* 带大致可对比,与宜昌黄花场层型剖面 W_3 带相当。(5) *Diplograptus bohemicus* 带,包括三叶虫 *Dalmanitina* 层及腕足类 *Hirnantia* 动物群以及双壳类等,实为一混合相带。其中产笔石: *Diplograptus ojsuensis*, *D. spanis*, *D. bohemicus*, *Amplexograptus* cf. *orientalis*, *A. extraordinarius*; 三叶虫: *Dalmanitina* sp. *D.* cf. *nanchengensis* var. *zhejiangensis*, *D.* cf. *mucronata*; 腕足类: *Aegiromena* cf. *ultima*, *Paromalomena* cf. *polonice*; 双壳类: *Allodesma*? sp., *Cypricardinia* sp. 等。上述笔石均为 *Diplograptus bohemicus* 带之重要分子,在本区出现层位已处于上奥陶统顶部与鄂西黄花场、黔东红花园,四川长宁之 *D. bohemicus* 带,即与穆恩之^[6]的 W_6 带相当。据三叶虫及腕足类与鄂、川、黔之观音桥(层)组相当。上述时代为晚奥陶世晚期,与西欧 Ashgillian 期完全相当。

(二) 混合相地层: (文昌组、长坞组)所含生物不多,以腕足类为主,夹有少量三叶虫及笔石等。腕足类: *Rhynchotrema*, *Ancistrohyncha*, *Zygospira*, *Rafinesquina*, *Sowerbyella*, 等,前二者则为晚奥陶世之标准种属,其余的时限较长,大致从中奥陶世开始至志留系。于中、下部含有笔石: *Dicellograptus complanatus*, *Orthograptus truncatus* var. *abbreviatus*, *Climacograptus* sp., *Pseudoclimacograptus* sp. 上述笔石均为我国川、鄂、湘五峰组 W_2 *D. szechuanensis* 带之重要分子,而 *D. complanatus* 则是西欧 Ashgillian 及澳大利亚 Bndindian 期之带化石。三叶虫于文昌组顶部有 *Dalmanitina*, 以此与堰口组 *Dalmanitina* 层及鄂、川、黔之观音桥(层)组相对比。

(三) 壳相地层: (三巨山组)所产化石丰富,以珊瑚为主,腕足类、三叶虫、腹足类次之。据前述资料 *Rhabdotetradium*, *Tetradium*, *Reuschia*, 仅见于中、晚奥陶世; *Sibiriolites*, *Agetolites*, 仅见于晚奥陶世; *Taeniolites*, *Proheliolites*, *Acdalopora*, *Plasmoporella*, *Agetolitella*, *Parastellipolella*, *Neowormsipora*, 上述 7 属见于晚奥陶世晚期; *Stelliporella*, *Heliolites*, *Propora*, *Wormsipora*, *Neosibiriolites*, *Catenipora*, 见于晚奥陶世一志留纪,少数可延至泥盆纪。

Taeniolites 是苏联哈萨克斯坦 Ashgill 期的标准化石, *Proheliolites* 与 *Acdalopora* 两者均为晚奥陶世晚期标准化石之重要分子, 见于苏联哈萨克斯坦, 前者尚见于挪威 5b 层及苏联波罗的海沿岸之 Поркунн 层。我国则见于新疆库鲁克塔格地区和陕西山阳上奥陶统顶部。 *Plasmoporella* 亦为晚奥陶世晚期的标准属, 在挪威 5b 层, 哈萨克斯坦地区, 苏联的乌拉尔, 阿尔泰山区及我国新疆、青海、陕西等地, 晚奥陶世地层中均常见。 *Wormsipora*, *Neowormsipora*. 前者见于东祁连石门沟剖面的 *Agetolites* 层之上, 最早见于晚奥陶世晚期, 据林宝玉报道^[7]苏联最早见于晚奥陶世早期一直延至志留系, 后者时代为晚奥陶世晚期。 *Sibiriolites* 是苏联西伯利亚晚奥陶世标准分子。 *Agetolites*, *Agetolitella* 均为奥陶世常见属, 前者在苏联哈萨克斯坦和我国西北、陕西陇县及宁组间的接触关系均呈整合。下伏地层是以一套由瘤状灰岩及灰岩瘤或含钙质结核的钙质泥岩组成, 呈二个钙泥质韵律层, 生物以头足类 *Sinoceras chinense* 及三叶虫 *Nankinolithus nankinensis* 为主的一套标志层, 该层分下为砚瓦山组 (O_3y)、上为黄泥岗组 (O_3h) 与上覆之长坞组或于潜组呈整合接触。

(二) 晚奥陶世五峰期沉积上界

这一界线即奥陶—志留系界线, 本区资料比较丰富, 下志留统安吉组页岩, 普遍产有笔石: *Glyptograptus persculptus*, *G. tamariscus*, 以往是以原堰口组底部的砾岩层(含砾砂岩)作为底砾岩, 以此为奥陶—志留系之分界线, 其间关系认为是假整合, 于砾岩层上之 *Dalmanitina* 层, 亦作为志留系之化石层。经工作后, 发现砾岩层上尚有大量笔石: *Ampl-*

表 3 浙江上奥陶统与邻区对比表

Table 3 Correlation of the Upper Ordovician in Zhejiang and other regions

地 区 层	地 层	扬 子 区 ^[8]					江 南 区					西 北 区					西欧化石带	
		川 东	黔 北	湘 西 北	鄂 西	南 京	赣 ^[8] 西 北	皖 ^[8] 南	浙 西 北	浙 西	浙 西 南	祁连山区			宁夏 固原	秦岭 山阳		
												门 ^[9] 源	古 浪	斜 ^[9] 壕				
下志留统	化石分带	龙马溪组	龙马溪组	龙马溪组	龙马溪组	高家边组	黎树窝组	高家边组	安吉组	安吉组	安吉组	S	C	C ₁	C—P	S ₁		
上奥陶统	W ₆ — W ₁	观音桥层	观音桥层	五峰组	观音桥层	五峰组	新开岭组	新岭组	堰口组	文昌组	文昌组	扣	石	斜	灰岩	千枚岩—钙质千枚岩	Ashgillian	<i>Dicellograptus anceps</i> <i>Dicellograptus complanatus</i>
		五峰组	五峰组		五峰组		五峰组		于潜组	长坞组	三巨山组	门	门	壕	<i>Wormsipora</i> <i>Agetolites</i>	<i>Proheliolites</i> <i>Agetolites</i>		
	Sh ₂ — Sh ₁	临湘组	洞草沟组	临湘组	临湘组	汤头组	黄泥岗组	黄泥岗组	黄泥岗组	黄泥岗组	黄泥岗组	子	沟	组			Caradocian	<i>Pleurograptus linearis</i>
统	Hu ₂ — Hu ₁	宝塔组	宝塔组	宝塔组	宝塔组	宝塔组	砚瓦山组	砚瓦山组	砚瓦山组	砚瓦山组	砚瓦山组	大梁组	古浪灰岩	斯家沟组	泥质灰岩	吊床沟组		
																		<i>Dicronograptus clingani</i> <i>Climacograptus wilsoni</i>

exograptus orientalis, *A. extraordinarius*, *Diplograptus bohemicus*, *D. ojsuensis*, *D. spanis*; 三叶虫: *Dalmanitina* sp., *D. mucronata*; 腕足类: *Paromalomena polonica*, *Aegiromena* cf. *ultima*, 及双壳类等。上述笔石均属五峰阶 W_6 *Diplograptus bohemicus* 带之重要分子, 与川、黔、湘、鄂之五峰组 W_6 带完全相当。本区腕足类仅见扭月贝类之 *Paromalomena* 夏固原南洋沟一带, 于晚奥陶世地层中非常丰富, 层位稳定, 并常伴有其它生物化石, 因此含 *Agetolites* 的层位作为晚奥陶世晚期最高层位。*Agetolitella* 属的地层分布亦大致相同。*Stelliporella*, *Heliolites*, *Propora*, *Neosibiriolites* 等, 部分最早出现于晚奥陶世晚期, 终止于志留、泥盆系, 故时代为晚奥陶世—泥盆系。综观上述壳相(珊瑚)生物群, 其时代属晚奥陶世—晚奥陶世晚期。

根据上述笔石、腕足类及珊瑚等化石的分析对比, 其地质时代应属晚奥陶世晚期, 与西欧 Ashgill 期相当(表 3)。

三、晚奥陶世五峰期沉积的上、下界及奥陶系—志留系界限

(一) 晚奥陶世五峰期沉积之下界

本区五峰期沉积下界比较简单, 奥陶系含 *Paromalomena polonica*, *Aegiromena ultima* 两种, 前者为 *Hirnantia* 动物群常见种, 与赣、皖之新开岭、泾县北贡里地区所见腕足完全一致, 时代为上奥陶统 Ashgill 期晚期。后者则时限相对较长, 从 Caradoc 期—Ashgill 期。此两者均为 *Hirnantia* 动物群之重要分子。戎嘉余^[10]称之为 *Hirnantia* 动物群的第三组合, 受控于砂、泥质之沉积环境。本区 *Dalmanitina* 层与川、黔、鄂之观音桥(层)组完全可对比。该层所产之三叶虫 *Dalmanitina* 与上述之笔石、腕足类均混生在一起, 统称之为 *Dalmanitina-Hirnantia* 层, 其上尚见有 *Diplograptus bohemicus*, 故 *Dalmanitina-Hirnantia* 层实为 W_6 带中之一部分, 难以分出上下。

据上述资料本区堰口组与川、黔、鄂之观音桥(层)组可相当, 与江西新开岭组及皖南新岭组上段砂岩段相对比, 时代为晚奥陶世晚期。其上为下志留统安吉组砂、页岩, 产笔石: *Glyptograptus persculptus*, *G. tamariscus*, *Climacograptus normalis*, 该笔石页岩及其下含 *Diplograptus bohemicus* 之间, 普遍有一层 4—5m 含介壳化石之砂岩, 产腕足类: *Eospirifer* sp., *E. unipliocatus*, *Resserella* sp. *Zygospira* sp. *Strophomena* sp.; 三叶虫: *Encrinurus* sp.; 及腹足类、海百合茎等, 时代为早志留世。以含此 *Eospirifer* 动物群的安吉组之底界, 与其下伏含 *Diplograptus bohemicus* 之堰口组之顶界, 作为本区奥陶系—志留系的分界。

四、结 语

1. 本区晚奥陶世五峰期沉积之三种生物相:

(1) 笔石相砂、页岩韵律层之于潜组; (2) 混合相砂、页岩互层之长坞组; (3) 以珊瑚为主介壳相碳酸盐岩之三巨山组。

2. 本区之 *Dalmanitina-Hirnantia* 层, 出露清楚, 与 *Diplograptus bohemicus* 共生, 时代归属晚奥陶世晚期。

3. 奥陶系—志留系的分界:

笔石相划在 *Diplograptus bohemicus* 带与 *Glyptograptus persculptus* 带之间; 笔石相—壳相划在 *Diplograptus bohemicus* 带顶界与含 *Eospirifer* 动物群层位底界之间; 壳相—壳相划在含 *Dalmanitina-Hirnantia* 动物群层位的顶界—含 *Eospirifer* 动物群层位底界之间。

4. 对杭州—淳安区之上奥陶统长坞组、文昌组, 由于岩性单一, 化石不易采集, 地层对比资料尚不足, 有待今后补充。

文中古生物由中国科学院南京地质古生物研究所葛梅钰同志及浙江省石油队杨达铨同志提供, 全文承盛莘夫教授指正, 参加野外工作的还有赵建新同志, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 刘季辰、赵亚曾, 1927, 浙江西部之地质。中国地质调查所, 地质汇报, 第 9 号, 第 56—65 页。
- [2] 许杰, 1937, 浙江上奥陶统及下志留纪。中国地质学会志, 第七卷, 第 59—64 页。
- [3] 卢衍豪, 1955, 浙西古生代地层新见。地质知识, 第 2 期, 第 1—6 页。
- [4] 中国科学院地质研究所编, 1956, 中国区域地层表(草案)。第 409 页, 科学出版社。
- [5] 浙江省区域地层表编写组, 1979, 华东地区区域地层表(浙江省分册)。第 59 页, 地质出版社。
- [6] 穆恩之, 1980, 中国笔石的研究。古生物学报, 第 19 卷, 第 2 期, 第 143—150 页。
- [7] 林宝玉、邹鑫祜, 1977, 浙赣地区晚奥陶世床板珊瑚、四射珊瑚及其地层意义。地层古生物论文集, 第 3 辑, 地质出版社。
- [8] 中国科学院南京地质古生物研究所编, 1982, 中国各纪地层对比表及说明书。第 63—72 页, 科学出版社。
- [9] 赵风游, 1978, 北祁连山东段上奥陶统及其对比问题。地质学报, 第 52 卷, 第 2 期, 第 135—146 页。
- [10] 戎嘉余, 1979, 中国的赫南特贝动物群 (*Hirnantia tauna*) 并论奥陶系与志留系的分界。地层学杂志, 第 3 卷, 第 1 期, 第 1—28 页。

THE LATE ORDOVICIAN WUFENGIAN SEDIMENTATION AND THE ORDOVICIAN-SILURIAN BOUNDARY IN WESTERN ZHEJIANG PROVINCE

Qian Jiaju

(Regional Geological Survey Party of Zhejiang Province, Xiaoshan County, Zhejiang)

Abstract

The Late Ordovician Wufengian rocks in western Zhejiang consist of three facies, namely: (1) graptolitic shale facies composed of two parts—the upper part is the Yankou Formation, with *Diplograptus bohemicus* zone and *Dalmanitina* sp. (trilobite), and the lower part, the Yuchian Formation, with four graptolitic zones (*Paraorthograptus yuqianensis*, *Climacograptus venustus*, *Dicellograptus szechuanensis* and *Pseudoclimacograptus anhuiensis*); (2) mixed facies composed of the Wenchang Formation as its upper part and the Changwu Formation as its lower; and (3) shelly limestone facies whose upper and lower parts are represented by the Wenchang and Sangushan Formations (with *Taeniolites* and *Proheliolites*) respectively.

The *Dalmanitina-Hirnantia* bed is well exposed in western Zhejiang. As it is associated with the *Diplograptus bohemicus* zone, it is of latest Ordovician age.

The Ordovician-Silurian boundary is drawn as follows:

(1) For the graptolitic facies this boundary is drawn between the *Diplograptus bohemicus* zone and the *Glyptograptus persculpius* zone.

(2) For the graptolitic and shelly facies it is placed between the top of the *Diplograptus bohemicus* zone and the base of the *Eospirifer* horizon.

(3) For the shelly facies it lies between the *Dalmanitina-Hirnantia* bed and the base of the *Eospirifer* horizon.