

浙江杭州地区中下奥陶统岩石地层研究

罗以达 俞国华 张 岩 梁 河 陈小友 吴 鸣

(浙江省地质调查院, 浙江 杭州 311203)

摘要:笔者以城市基岩地质填图和剖面研究资料为基础,选择临安市板桥乡南山上中下奥陶统剖面为候选层型,根据剖面的地层层序、岩性组合、分界标志,结合区域变质的总体特征,重新厘定、划分了 4 个组级岩石地层单位,并依据荆山岭与板桥剖面的地层、生物化石对比,确定其地层时代为早中奥陶世。这对重建杭州地区层型剖面与地质遗迹保护、岩石地层填图、奥陶纪石灰岩矿产资源的开发利用都具有重要意义。

关键词:岩石地层;中下奥陶统碳酸盐岩;杭州

中图分类号:P534.42 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2008)04-0648-08

浙江杭州—嘉兴地层区的中、下奥陶统,以杭州荆山岭剖面为代表,是斜坡(台、盆之间)相碳酸盐岩、泥质碳酸盐岩建造,属扬子与江南地层区过渡型沉积建造,主体岩性为瘤条状泥晶灰岩、含瘤(泥质灰岩)钙质泥岩,夹网纹构造泥晶灰岩、砾屑灰岩等,生物群有牙形石、头足类、三叶虫及腕足类等,与浙西北区岩性为碎屑岩及硅质岩类、生物群以三叶虫、笔石相比,更接近扬子地层区的地层特征。

对于这套地层,朱庭祜(1924)、舒文博(1930)早在 20 世纪初期,就对其进行了研究,分别称之“荆山层”和“闲林层”。后来,又有众多单位与学者相继进行了专项调查与研究(表 1),特别是鞠天吟^[1]在苏杭地区研究中,首次揭开了杭州地区中下奥陶统碳酸盐岩沉积相的面纱;罗璋等^[2]通过在杭州荆山岭和临安板桥地层剖面测制,划分为留下组、荆山组、闲林埠组、牯牛潭组、胡乐组、大田坝组、砚瓦山组和黄泥岗组;丁连生等^[3]和邹西平^[4]通过对牙形石、头足类的系统研究,进一步明确了杭州与南京地区地层和生物群的对比关系,为杭州地区、浙西北区及扬子地区的早中奥陶世地层对比及生物群的地理分区提供了重要依据;俞国华等^[5]按照“岩石地层清理”的要求,通过与国内其他相关地层的对比,将余杭闲

林、临安板桥、杭州荆山岭一带的中、下奥陶统,划分为仑山组、红花园组、牯牛潭组,并将后者作为浙江省的次层型剖面。

虽然以往对中、下奥陶统的研究,提高了生物地层的研究程度,但对岩石地层尤其是组级地层单元的主体岩性和顶、底分界标志不易识别,难以适用该区的中大比例尺的地质填图。同时因杭州城市建设的拓展,导致杭州荆山岭中下奥陶统等剖面多处被掩覆,基本失去了次层型剖面的意义。为此,笔者在杭州城市(1:5 万)基岩地质调查过程中,通过对杭州荆山岭、余杭泰山一带的系统填图和原荆山岭剖面资料的详细分析及临安市板桥乡南山上剖面的修测,重新厘定了杭州地区早、中奥陶世岩石地层单位,拟定临安市板桥乡南山上中、下奥陶统剖面为候选层型剖面。

1 地层剖面

剖面位于临安南东板桥乡西约 3 km 的乡间公路旁(东经 119°04'34"、北纬 30°08'05"),距杭州闲林埠镇约 30 km、距临安市约 20 km,交通便利。剖面露头连续,岩性特征明显,地层接触界线清楚,长约 1000 m,控制地层总厚>563.3 m(图 1)。

收稿日期:2008-01-08;改稿日期:2008-05-08

项目资助:杭州城市地质调查项目(1212010511103)资助。

作者简介:罗以达,男,1955 年生,高级工程师,从事区域地质调查工作;E-mail:luoyida1@126.com。

表 1 杭州—嘉兴奥陶系地层划分沿革

Table 1 Historical review of the stratigraphic division of the Ordovician in Hangzhou-Jiaxing

1:20万临 安幅 (1967)		鞠天吟 ^[1] (1979)		罗璋等 ^[2] (1983)		丁连生等 ^[3] (1985)		邹西平 ^[4] (1987)		浙江省 地质志 ^[5] (1989)		浙江省岩 石地层 ^[6] (1996)		本 文 (2007)		
O ₂	砚瓦 山组	O ₂	砚瓦 山组	O ₂	砚瓦 山组	O ₂	宝 塔组	O ₂	砚瓦 山 组	O ₂	砚瓦 山 组	O ₂	砚瓦 山 组	O ₃	砚瓦 山 组	
O ₁	宁 国 组— 印 渚 埠 组	O ₁₋₂	荆 山 群		大 田 坝 组		大 田 坝 组								大 田 坝 组	大 田 坝 组
				O ₁	印 渚 埠 组	留 下 组	牯 牛 潭 组	牯 牛 潭 组	牯 牛 潭 组	牯 牛 潭 组	牯 牛 潭 组	牯 牛 潭 组	牯 牛 潭 组	牯 牛 潭 组	牯 牛 潭 组	牯 牛 潭 组
∈	西 阳 山 组	O ₁	闲 林 组				闲 林 组	闲 林 组	闲 林 组	闲 林 组	闲 林 组	闲 林 组	闲 林 组	闲 林 组	闲 林 组	O ₁
			∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	
∈	西 阳 山 组	∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	超 峰 群	∈	西 阳 山 组	西 阳 山 组

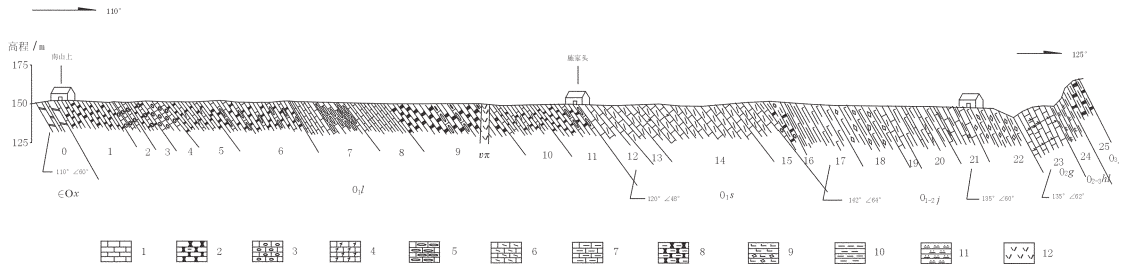


图 1 浙江省临安市板桥南山上中下奥陶统留下组—砚瓦山组地层剖面

1—石灰岩;2—瘤条状灰岩;3—砾屑灰岩;4—生物碎屑灰岩;5—饼条状灰岩;6—网纹状灰岩;7—泥灰岩;
8—瘤状泥灰岩;9—钙质泥岩;10—泥岩;11—硅质岩;12—霏细斑岩;∈Ox—西阳山组;O₁l—留下组;π—霏细斑
岩;O₁s—施家头组;O_{1-j}—荆山组;O₂g—牯牛潭组;O_{2-jhl}—胡乐组

Fig.1 Stratigraphic section of the Middle-Lower Ordovician Liuxia and Yanwashan formations at Nanshang in Banqiao Township, Lin'an City, Zhejiang

1-Limestone;2-Nodular-banded limestone;3-Calclrudite;4-Bioclastic limestone;5-Pancake limestone;
6-Wavy limestone;7-Marlstone;8-Nodular marlstone;9-Calcareous mudstone;10- Mudstone;11-Siliceous rock;
12-Felsite porphyry;∈Ox-Xiyangshan Formation;O₁l-Liuxia Formation;π-felsite porphyry;O₁s-Shijiatou Formation;
O_{1-j}Jingshan Formation;O₂g-Guniutan Formation;O_{2-jhl}Hule Formation

砚瓦山组 (O₃y)

25.浅灰色、灰色瘤状泥灰岩。产三叶虫 *Cydropyge* sp. >9.5 m

————— 整 合 —————

胡乐组 (O_{2-jhl})

厚度 5.0 m

24.灰白色、褐灰色薄层泥岩与黑色薄层硅质岩互层,硅质岩具不明显黑色条带,与下伏地层呈断层接触。富含笔石:
Climacograptus sp.,*Pseudoclimacograptus* sp.,*Amplexograptus* sp.,

Didymograptus sp.,*Pterograptus elegnas*。相当荆山岭剖面第 36 层至第 37 层相变为瘤状灰岩夹少量泥岩称“大田坝组”,产牙形石:
Protopanderodus varicosatus Sweet&Baltoniodus *previabilis* (Fahraeus),
Paltodus?jemtlandicus Lofgren, *Scabbardella simitaris*(Rhodes),*Dapsilodus mutates* (Branson & Mehl),*Walliserodus ethingtoni* (Fahraeus),
Eoplacognathus jianyeensis An & Ding,*E. protoramosus* Chen 等

5.0 m

—— 整 合 ——

牯牛潭组(O_{2g}) 厚度 21.2 m
 23. 灰色厚层含生物屑泥—粉晶灰岩、中—粗晶灰岩,具不明显缝合线构造,局部含泥灰质条带和团块,见有黄铁矿晶粒和方解石脉穿插。本层露头沿溪边分布,局部被掩盖。产牙形刺:*Drepanoistodus* sp., *Scolopodus rex*, *Tripodus alatus*。相当荆山岭剖面第 36 层产牙形石:*Walliserodus ethingtoni* (*Fahraeus*), *Polonodus tablepointensis* Stauge, *Baltoniodus* sp., *Periodon aculeatus*, *Cordylodus horridus* 等;头足类:*Dideroceras wahlenbergi* Foord, *Aluweroceras hangzhouense*, *Chisiloceras banqiaoense* (sp. nov.), *Michelinoceras paraelongatum* Chang, *M. wuweiense* Qi, *Richardsonoceras* sp. 等。21.2 m

荆山组(O_{1-j}) 总厚度 146.8 m

22. 灰绿色厚层含灰岩瘤钙质泥岩,其中灰岩瘤常呈透镜状,一般长轴为 2~5 cm 顺层分布风化后常形成孔洞(下同)。产三叶虫:*Niobella* sp. 37.2 m
21. 中上部灰色中层泥晶灰岩夹含灰岩瘤钙质泥岩,泥晶灰岩单层厚 2 m 左右,间夹二层厚 0.2 m 和 0.6 m 灰绿色含灰岩瘤钙质泥岩;下部灰色泥晶灰岩和含灰岩瘤泥灰岩,钙质泥岩中产三叶虫:*Niobella* sp., *Euloma* sp., *Symphysurus* sp.; 在灰岩中含头足类:*Manchuroceras* sp., *Coreanoceras* sp., *Hopeioceras* sp. 及大量腕足类、海百合茎等生物碎屑。相当荆山岭剖面第 33~35 层产牙形石:*Prioniodus eleganspander*, *P. costatus* (Wamel), *Scolopodus rex oistodiform* An&Ding, *Drepanodus arcuatus* Pander, *D. perlongus* An, *D. arcuatus* Pander, *Nasusgnathus dolonus* (An), *Tripodus variabilis* (Furnish), *T. brevibasis* (Sergeeva), *Comuodus longibasis* (Lindstrom), *Bergstroemognathus extensus* (Traves&Ellison), *B. hubeiensis* An, *Protopanderodus costatus* Wamel, *Serratognathus diversus* 等;头足类(包括 26~30 层):*Chisiloceras neichanense* (Yu), *C. merinellii* Gortani, *Cochlioceras yuhangense* (sp. nov.), *Protocycloceras yuhangense* (sp. nov.), *P. becki* (Bilings), *P. wongi* (Yu). 18.0 m
20. 灰色风化呈灰绿色含灰岩瘤钙质泥岩,下部夹二层中厚具网纹状泥晶灰岩。灰岩瘤顺层分布,风化后常呈孔洞,在钙质泥岩中产三叶虫及棘皮动物化石碎片 22.5 m
19. 灰色中层泥晶灰岩,含少量白云质,具不明显缝合线及网纹状构造。产三叶虫:*Nileus* sp.; 牙形刺:*Drepanodus* sp., *Drepanoistodus* sp., 头足类:*Manchuroceras* sp., *Coreanoceras* sp., *Hopeioceras* sp. 6.5 m
18. 灰色厚层—块状含灰岩瘤钙质泥岩,局部为泥灰岩。产三叶虫:*Nileus* sp. 及棘皮动物。本层大致相当荆山岭剖面第 24~26 层产牙形石:*Oistodus lanceotatus* Pander, *Drepanodus parelongus*, *Serratognathus diversus* An, *S. lilibutes*; 头足类:*Manchuroceras* sp., *Coreanoceras* sp., *Proterocameroceras* cf. *brinnerbi* (Whitfield), *P. vichorevense* Balaschov, *P. curvatubulatum* (sp. nov.), *P. liuxiaensis* (sp. nov.), *P. zhejiangense* (sp. nov.),

- Tallassoceras zhejiangense*(sp. nov.), *T. xianlinense* 24.2 m
17. 黑色风化后呈浅灰色钙质泥岩,局部含顺层分布的灰岩瘤,泥岩风化后具明显页理,下部夹一层厚 30 cm 角砾状灰岩,泥岩中产海林檎碎片 26.7 m
16. 黑色风化后呈浅灰色灰岩夹瘤质泥灰岩,局部为含瘤钙质泥岩或泥岩 12.2 m

—— 整 合 ——

施家头组(O_{1s}) 总厚度 86.7 m

15. 浅灰色厚层—块状网纹状泥晶灰岩,网纹由不规则泥灰质条带组成,局部发育缝合线构造 14.0 m
14. 浅灰色厚层—块状网纹状泥晶灰岩。网纹由泥灰质组成呈不规则状分布,上部网纹较密集,下部局部含有燧石团块,局部含生物碎屑。本层大致相当荆山岭剖面第 13~18 层,产牙形石:*Acanthodus lineatus*(Furnish), *Drepanodus subarcuatus* Furnish, *Oistodus inaequalis* Pander, ? *Monocostodus severiensis*. *Scolopodus* cf. *bassleri* (Furnish). *Paltodus* sp.; 产头足类:*Proendoceras* sp., *Proterocameroceras* sp., *Ellesmeroceras* (sp.)^[9] 50.5 m
13. 浅灰色厚层—块状网纹状泥晶灰岩夹缝合线状泥晶灰岩,二者之间相互过渡 9.3 m
12. 浅灰色、灰色厚层—块状网纹状泥晶灰岩,网纹由泥灰质组成,网纹分布疏密不均,产头足类:*Ellesmeroceras yongshunense* Lai & Tsi; 三叶虫:*Euloma* sp. 及少量腹足类化石。相当荆山岭剖面第 11~12 层产牙形石:*Acanthodus lineatu* (Furnish), *Drepanodus subarcuatus* Furnish, *D. arcuatus* Pander, *Chosonodina herfurthi* Muller, *Acadus oneotensis* Furnish; 头足类:*Ellesmeroceras xianlinense*(sp. nov.), *E. liuxiaense*(sp. nov.), *Proendoceras jingshanlingense*(sp. nov.), *p. xianlinbuense*(sp. nov.), *P. yuhangense*(sp. nov.), *P. latucamerum*(sp. nov.)等 12.9 m

—— 整 合 ——

留下组(O_{1l}) 总厚 279.1 m

11. 灰色中—厚层紧密瘤条状泥晶灰岩,局部过渡为紧密饼条状泥晶灰岩。瘤条间隔一般 1~2 cm。产三叶虫:*Symphysurus* sp., *Euloma* sp 21.1 m
10. 浅灰色、灰色瘤条状泥晶灰岩,局部夹中层网纹状灰岩,底部为紧密条带状泥晶灰岩组成,瘤条之间或网纹构造由泥灰质组成,风化后呈褐色或褐红色,常凸出风化面。瘤或瘤条由泥岩组成,风化淋滤后常呈凹坑,因此在风化露头面上显示明显的条带构造。本层与下伏层之间有约 3 m 霏细岩岩脉侵入。产三叶虫:*Euloma* sp. 22.7 m
9. 浅灰色块状瘤条状泥晶灰岩,局部呈小饼条状或瘤状泥晶灰岩。泥灰质条带风化呈浅紫红色凸出露头风化面,含三叶虫:*Symphysurus* cf. *isotelus* Kwani 48.2 m
8. 灰色块状条带状(或薄层)泥晶灰岩,条带由泥晶灰岩与泥灰质条带间互组成,底部见破碎带,局部挤压炭质富集。产三叶虫:*Symphysurus* sp. 29.6 m

7. 灰色泥灰质条带与薄层泥晶灰岩相间组成块状层,中上部泥质条带变宽,泥晶灰岩呈饼条状。产三叶虫:*Symphysurus* sp.;腕足类:*Lingula* cf. *kwani*, *Tomaspina* sp.; *Obolus* sp. 28.8 m
6. 灰色块状瘤条状泥晶灰岩—饼条状泥晶灰岩,瘤条饼条泥晶灰岩之间夹有泥灰质条带 49.7 m
5. 灰色块状瘤条状泥晶灰岩夹网纹状泥晶灰岩,两者之间常相互过渡,每间隔 3~4 m 处常出现一层薄层燧石层,局部发育有斜层理,在网纹状泥晶灰岩发育有缝合线构造 22.4 m
4. 灰色块状砾屑灰岩,砾屑成分为灰岩,呈长条状角砾岩,砾径大小不一 10.3 m
3. 灰色厚层—块状瘤条状泥晶灰岩夹砾屑灰岩。瘤条由泥晶灰岩呈团块状顺层分布,被泥灰质条带相间隔组成互层状,泥灰质含量减少,灰质增多并过渡呈网纹状灰岩。砾屑灰岩由灰岩呈角砾状组成,砾径大小不一,多呈棱角状碎块 9.2 m
2. 灰色厚层—块状砾屑泥晶灰岩夹瘤条状泥晶灰岩。砾屑由浅灰色泥晶灰岩组成,多呈角砾状。砾径小者小于 1cm,大者可达数厘米,砾径形状有呈棱角状,有呈弯曲状,无定向排列 7.6 m
1. 灰色厚层—块状瘤条状泥晶灰岩。瘤条由泥晶灰岩组成。灰岩瘤长轴一般为 1~2 cm,顺层分布,与泥灰质条带相间构成。瘤条之间的间隔一般在 3 cm 左右,中上部夹 3~4 层薄层燧石层。产三叶虫:*Geragnostus* sp.。本层相当荆山岭剖面第 1 层底产牙形石:*Cordylodus lindstroemi*. Druce & Jones, *C. lenzi* Muller, *Albiconus* aff. *postercostatus* Miller, *Proconodontus* sp. 29.5 m

整 合

西阳山组 (∈ O_x)

灰色厚层粉晶白云岩夹浅灰色粉晶灰岩,白云岩一般厚 30~50 cm,风化面具有明显刀砍纹构造;粉晶灰岩单层厚约 15 cm。产三叶虫:*Phalacroma* sp. 本层地层有褶曲,地层产状变化较大,其下伏地层有饼条状泥质灰岩 >15 m

2 岩石地层划分

按照岩石地层单位的划分原则^[8],根据剖面的岩性组合特征、分界标志,将杭州地区的中下奥陶统划分为 4 个组级岩石地层单位。因与前人以生物带划分的“岩石地层”界线不成对应关系,暂时采用罗璋^[9]杭州荆山岭剖面组并在板桥南山上剖面新建“施家头组”(待报批后正式命名),板桥南山上剖面自下而上划分为留下组、施家头组、荆山组、牯牛潭组(表 1)。

留下组(1~11 层)

下部(1~4 层)为灰色厚层—块状瘤条状泥晶灰岩夹砾屑灰岩,局部夹燧石薄层,偶见滑塌层。含三

叶虫:*Geragnostus* sp.;中上部(5~11 层)为灰色瘤条状泥晶灰岩、条带状—薄层状泥晶灰岩夹网纹状泥晶灰岩、饼条状泥晶灰岩。产三叶虫:*Symphysurus* sp., *Euloma* sp.;腕足类:*Tomaspina* sp., *Obolus* sp., *Lingula* cf. *kwani*。厚 279.1 m。以灰色厚层—块状瘤条状泥晶灰岩与下伏西阳山组厚层粉晶白云岩夹浅灰色粉晶灰岩和与上覆施家头组浅灰色、灰色厚层—块状网纹状泥晶灰岩呈整合接触。

施家头组(12~15 层)

浅灰色厚层—块状网纹状泥晶灰岩夹缝合线状泥晶灰岩,单一岩性,呈厚层块状构造,局部含有燧石团块。含头足类:*Ellesmeroceras* sp.;三叶虫:*Euloma* sp.;牙形石:*Acanthodus costatus* 和 *Acodus oneotensis* 等,是荆山岭—闲林一带主采石灰石层位。厚 86.7 m。与下伏留下组灰色中—厚层瘤条状泥晶灰岩和上覆荆山组含灰岩瘤钙质泥岩或泥岩呈整合接触。

荆山组(16~22 层)

下部(16~20 层)为黑色钙质泥岩,风化呈灰色、灰绿色,具页片状微层理,夹含灰岩瘤泥岩,局部灰岩瘤富集呈瘤状泥灰岩,并夹 3 层厚层—中厚层状、网纹状泥晶灰岩。产三叶虫 *Nileus* sp.;腕足类:*Diorthelasma* sp.;头足类 *Manchuroceras* sp., *Coreanoceras* sp., *Hopeioceras* sp.;中部(21 层)以灰色中层状生物屑泥晶灰岩为主,夹少量灰绿色含灰岩瘤钙质泥岩,灰岩中产头足类;三叶虫:*Symphysurus* sp., *Niobella* sp.;*Euloma* sp.;上部(22 层)灰绿色含灰岩瘤钙质泥岩,灰岩瘤顺层分布,风化后常形成孔洞。总厚度 146.8 m。以灰色、灰绿色钙质泥岩与下伏施家头组浅灰色厚层—块状网纹状泥晶灰岩、上覆牯牛潭组厚层含生物屑灰岩呈突变整合接触。

牯牛潭组(23 层)

下部灰色中—粗晶灰岩,具不明显的缝合线构造,局部含泥质条带和团块;上部为灰色厚层状含生物屑泥—粉晶灰岩,产牙形石:*Drepanoistodus* sp., *Scolopodas rex*, *Tripodus alatus*。厚 21.2 m。与下伏荆山组钙质泥岩和上覆胡乐组含笔石 *Pterograptus elegna* 等的黑色薄层硅质岩呈整合接触。

3 地层相变及区域对比

根据浙西区域地层与古沉积环境分析,杭州地区的中下奥陶统的碳酸盐岩、泥质碳酸盐主要发育于杭嘉台地与浙皖台盆之间的斜坡带,呈舌状延伸

于浙皖台盆,岩性变化较大,自北东向南西由碳酸盐岩急剧过渡为泥页岩(图2)杭州—嘉兴地层小区的中下奥陶统碳酸盐岩主要出露于杭州荆山岭、余杭闲林、中泰、凤凰山、临白板桥、杭州转塘(望江山)、萧山临浦(小石盖)等地,往北东进入杭州—嘉兴台地,被第四系掩盖而不清,向西南进入浙皖台盆显示江南地层区的地层特征。

留下组:主要分布于杭州荆山岭—临白板桥一带,向台盆内则相变为浙西北区的印渚埠组中下部的钙质泥岩,并产笔石和三叶虫化石。荆山岭剖面位于杭嘉台地前缘斜坡地带,岩性主要为薄层细瘤条状灰岩、条带状灰岩及饼条状之灰岩组成;临白板桥剖面位于台盆内缘斜坡地带,以含泥质瘤条状灰岩为主,夹条带状灰岩、网纹状灰岩、砾屑灰岩,局部夹薄层硅质岩;淳安夏村剖面位于浙皖台盆,主要为钙质泥岩,下部为微纹层发育泥质灰岩,含灰岩瘤泥质灰岩等。

施家头组:施家头组主要分布于杭州荆山岭—临白板桥等地。荆山岭剖面岩性主要为网纹状灰岩、含

生物屑灰岩、含云灰岩,局部为鲕粒灰岩;临白板桥剖面主要为网纹状灰岩及缝合线灰岩组成;淳安夏村剖面则相变为印渚埠组中上部钙质泥岩、泥岩。

荆山组:荆山岭剖面岩性主要为瘤条状灰岩、含生物屑灰岩夹粉砂质泥岩、含灰岩瘤泥岩组成,其中灰岩含量占75%,泥质含量占25%;临白板桥主要为含灰岩瘤泥岩夹泥质灰岩、生物碎屑灰岩组成,其中泥岩含量占65%,灰岩35%;夏村、开化江家剖面相当层即相变为泥岩、黑色页岩、炭质页岩,相当浙西北印渚埠组上段,宁国组中下部层位,明显地反映出由北东向南西碳酸盐岩急速相变为泥质岩的特征。

牯牛潭组:荆山剖面主要由粗晶灰岩组成,临白板桥剖面主要为粉晶灰岩、粗晶灰岩组成,且厚度明显变薄;开化江家剖面相变为黑色炭质泥岩含硅炭质泥岩,相当于浙西北宁国组上段(N₈、N₉)笔石带或岩石地层胡乐组下段。

胡乐组:在板桥剖面为泥岩与硅质岩互层;产笔石:*Pterograptus elegans*等;在荆山岭剖面为大田坝组

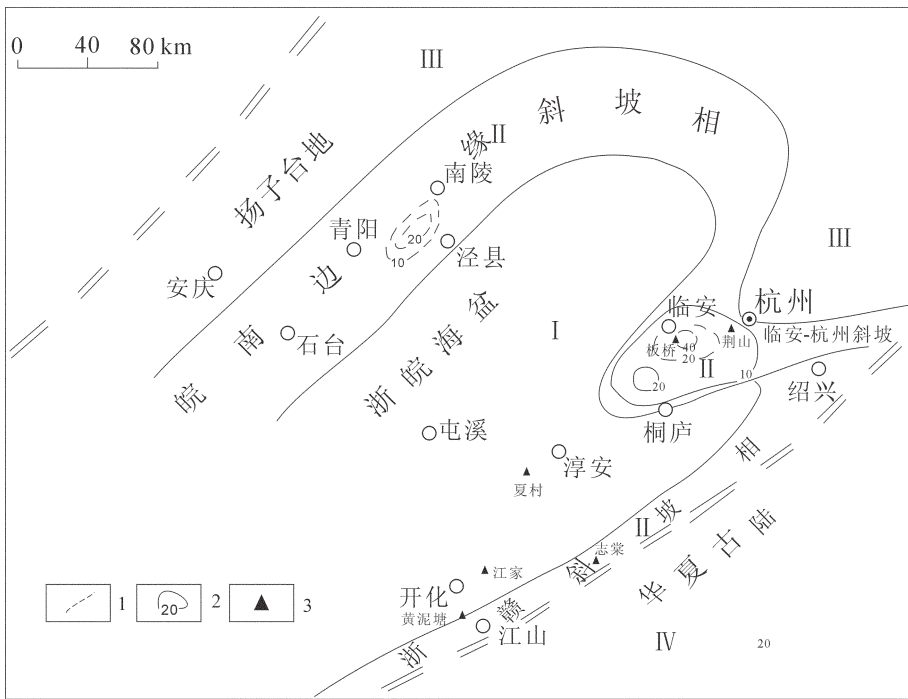


图2 浙江杭州中下奥陶统古地理位置(据罗璋改编,1983)

I—盆地、缓斜坡;II—斜坡、台地边缘;III—台地;IV—古陆;1—岩相界线;2—碎屑灰岩等厚线(m);3—剖面

Fig.2 Paleogeographic location of Hangzhou, Zhejiang, during the Mid-Lower Ordovician (modified from Luo, 1983)

I—Basin and gentle slope;II—Slope and platform margin;III—Platform;IV—Old land;1—Lithofacies boundary; 2—Isopach line of clastic limestone (m);3—Section

灰岩。产牙形石 *Eoplacognathus jianyeensis*。明显反映出由北东向西南由灰岩相变为硅质泥岩。

综上所述,留下组、施家头组、荆山组、牯牛潭组等碳酸盐岩相变为泥质岩的区域变化主要反映在杭嘉台地与浙皖台盆之间的台地前缘斜坡带—台盆内缘斜坡带。中下奥陶统碳酸盐岩,在浙西北地区以三叶虫 *Hysterolenus* 为寒武系与奥陶系划界标志,但在三叶虫 *Hysterolenus* 带之上,普遍保留一部分碳酸盐(微细纹层发育泥质灰岩、小饼条灰岩、含灰岩透镜体泥质灰岩、网纹状泥晶灰岩等),岩性特征酷似上寒武统西阳山组,二者渐变过渡。以往将其划归为上寒武统西阳山组,*Hysterolenus* 带之下层位划为上寒武统西阳山组一段,该化石之上划为西阳山组二段,寒武系与奥陶系二者岩性渐变过渡。

4 岩石地层时代

根据杭州荆山岭剖面与临安板桥南山上剖面的生物群(牙形刺带、鸚鵡螺动物群)特征,将杭州地区中、下奥陶统的碳酸盐岩地质时代划分如下(表 2):

留下组:该生物群中牙形石:*Cordylodus lindstromi* 为新厂阶底部化石带(层位相当笔石 *Staurograptus* 带或三叶虫 *Hysterolenus* 带),并以 *Cordylodus lindstromi*

的首次出现作为奥陶系的底界。三叶虫 *Symphysurus* 多见于浙西和江西武宁的印渚埠组下部和皖南谭家桥组中下部,*Euloma* 一属仅限于北欧特马豆克期和阿仑尼克早期。留下组可以与湖北宜昌南津关组下部、南京伦山组下部、皖南谭家桥组中下部和浙西的印渚埠组下部相对比,时代为早奥陶世特马豆克期亚期。

施家头组:该组所产牙形石 *Acanthodus lineatus* 和 *Acodus oneotensis* 是扬子地层区南津关组 *A.costatus*—*A.oneotensis* 带或华北地层区冶里组 *Cordylodus rotundatus*—*A.oneotensis* 带的带化石;头足类:*Ellesmeroceras* 属,常见于华北上寒武统凤山组和下奥陶统治里组,以及在湘西北、鄂西、皖中的南津关组。此属最高层位仅限于冶里组和南津关组;*Proendoceras* 属为北美加拿大统中部分子,与湖南桃源的 *Paraendoceras* 甚相似,层位均为下奥陶统南津关组;*Proterocameroceras* 为宁镇地区伦山组中上部带化石,也是南津关组第三带的代表性化石,在扬子区常见于分乡组和红花园组以及华北的亮甲山组。杭州荆山岭剖面和临安板桥剖面的 *Ellesmeroceras*、*Proendoceras*、*Proterocameroceras* 产出层位均相当于浙西印渚埠组中上部。因此,施家头组时代为早奥陶世

表 2 杭州地区奥陶系的生物群特征与对比

Table 2 Features and correlation of Ordovician biotas in the Hangzhou area

国际地区标准 (统、阶)	中国奥陶纪生物分带 (据 Chen Xu et al, 1999) ^[10]			杭州地区奥陶纪生物分带		岩石地层
	笔石带	牙形刺带	鸚鵡螺动物群	牙形刺带	鸚鵡螺动物群	
上奥陶统	“阿什敏”阶 (=钱塘江阶)	<i>Nextraordinarius-N. q. uensis</i> <i>P. Diceratogrus miris</i> <i>Pacificus</i> <i>Dicellograptus complexus</i> <i>Dicellograptus complanatus</i>		<i>Pleuronoceras</i> <i>Yushanoceras-Jiangxiensis</i>		文昌组
	“卡拉道克”阶 (=艾家山阶)	<i>O. quadrimurcanus-D. chinstrapi</i> <i>C. (Climacogr.) pygmaeus</i> <i>C. (Diplacogr.) ispiniferus</i> <i>Dicranograptus c. legani</i> <i>C. (C. limacogr.) wisoni</i> <i>C. (C. libicormis)</i> <i>Stenograptus gracilis</i>	<i>Yaoxianograptus yaoxianensis</i> <i>Protopyralis dusinskae</i> <i>Asperites-Europaeus</i>	<i>Micheloceras huangnigangense</i> <i>Disoceras eurasiaticum</i> <i>Micheloceras elongatum</i> <i>Snoceras chinense</i>	<i>Hamrodus europaeus</i>	长坞组 黄泥岗组
中奥陶统	达瑞威尔阶 (=浙江阶)	<i>D. (D.) imbr.</i> <i>D. (D.) jiangxiensis</i> <i>chisuii</i> <i>P. elegans</i> <i>Nicholsonograptus fasciculatus</i> <i>Acrograptus illece</i> <i>Undulograptus sinicus</i> <i>ausioidentatus</i> <i>Azhejiangensis</i>	<i>Pygodus sera</i> <i>Eoplacognathus suecicus</i> <i>Eoplacognathus uloplanus</i> <i>Eoplacognathus crassus</i> <i>Lenodus variabilis</i> <i>Lenodus antivariabilis</i> <i>Bnoria nileus-Mparya</i>	<i>Leuites leei</i> <i>Metanoceras-Anstraceras</i>	<i>Eoplacognathus jiangxiensis</i>	大田坝组
	大坪阶 (大湾阶)	<i>Eigraptus clavus</i> <i>Lagraplus divergens</i> <i>Lauducius imitatus</i> <i>Azygograptus suecicus</i> <i>D. (Corymbograptus) deflexus</i> <i>D. (Didymograptus) eobifidus</i> <i>Pendograptus fruticosus</i> <i>Tetragraptus approximus</i>	<i>Paroistodus oreganalis</i> <i>Baltionodus nivalis</i> <i>Baltionodus triangularis</i> <i>Oepikodus wa</i>	<i>Dideroeras wahlenbergi</i>	<i>Poliododus taibeiensis</i> <i>Corchibidushorridus</i>	牯牛潭组
下奥陶统	玉山阶 (道保湾阶)		<i>Chisiloceras-Cochilloceras</i> <i>Protocycloceras degmii</i> <i>Bathmoceras-Amboceras</i>	<i>Priodius elegans</i>	<i>Chisiloceras-Cochilloceras</i> <i>Protocycloceras</i>	荆山组
	特马豆克阶 (=宜昌阶) (=新厂阶)	<i>Adelegraptus-S. Clonogrus plus</i> <i>Psigraptus</i> <i>R. f. parabolis</i> <i>S. d. chotomus</i>	<i>Petalodus deltofer</i> <i>Glyptocetus quadruplicatus</i> <i>Corylodus angulatus</i> <i>Corylodus lindstromi</i>	<i>Coranoceras Manchoueras</i> <i>Hoploceras</i> <i>Prorocameroceras trifurcatum</i> <i>Ellesmeroceras-Retroc. lintonoceras</i> <i>Dukoceras</i>	<i>Sematognathus</i> <i>Acanthodus lineatus</i> <i>Acodus oneotensis</i> <i>Cordylodus Lindstromi</i>	

特马豆克期中晚亚期。

荆山组：该组所产牙形石：*Serratognathus diversus* 是扬子地区红花园组的最重要分子，也见于华北地层区的亮甲山组，为红花园组的牙形石 *Serratognathus* 带，该带底界相当笔石 *Tetragraptus approximatus* 带，*Prioniodus elegans* 是北大西洋区的带化石，相当中国南部牙形石 *Baltoniodus commuis* 带或相当笔石 *Pendeograptus fruticosus* 带—*Didymograptus deflexus* 带。下部 *Hopieoceras*、*Coreanoceras*—*Manchuroceras* 组合，都产于扬子区红花园组和华北亮甲山组；也见于朝鲜、西伯利亚和澳大利亚西部。该组产丰富的头足类：上部 *Protocycloceras* 和 *Chisiloceras*—*Cochilioceras* 广布于扬子区、滇西、西藏、新疆和华北，也见于西北欧和北美等地，在南京、皖中、宜昌的大湾组中，是大湾组的带化石。层位相当笔石 *Isograptus divergens*—*Exigraptus clavus* 带。荆山组层位相当于扬子地区的分乡组、红花园组和大湾组，或相当于浙西印渚埠组顶部和宁国组。时代为早奥陶世特马豆克期晚亚期—中奥陶世大坪期—达瑞威尔期早—中亚期。

牯牛潭组：该组所产牙形石：*Polonodus tablepointensis*、*Protopanderodus Varicostatus*、*Cordylodus horridus*，是中国南部牙形石分带 *P.tablepointensis* 亚带的典型牯牛潭组分子；头足类的：*Dideroceras wahlenbergi*—*Metanoceras* 为扬子区牯牛潭组上部的带化石。因此，本组层位相当 *Acrograptus ellesae*—*Didymograptus muchisoni* 带，时代为中奥世达瑞威尔期中—晚亚期。

胡乐组、大田坝组：在荆山岭剖面为碳酸盐岩产牙形石，头足类称大田坝组向西至临安板桥相变为泥岩、硅质岩称胡乐组。大田坝组所产牙形石：*Eoplacognathus jianyeensis*，扬子区大田坝组或庙坡组的带化石，相当北大西洋 *Amorphognathus tvaerensis* 带的下部^[7]；胡乐组所产笔石 *Pterograptus elegans* 是笔石 *Didymograptus (D.) muchisoni* 带的下部亚带（相当原宁国阶 N9 带下部）。

5 结 论

(1)通过杭州地区的地质填图与剖面研究发现，杭州荆山岭早、中奥陶世地层剖面因掩覆已失去次层型的意义，笔者重新选择、厘定了杭州临安市板桥南山上剖面作为候选次层型剖面。

(2)根据南山上剖面的岩性组合、分界标志及区域变化特征，将杭州地区的早、中奥陶世地层划分为留下

组、施家头组、荆山组、牯牛潭组 4 个岩石地层单位。

(3)杭州台缘斜坡带的中下奥陶统岩性横向变化较大：由杭州地区的碳酸盐岩—泥质碳酸盐岩组合，向南西进入浙皖盆地相变为钙泥质—泥质岩类。

(4)经剖面生物地层研究与区域对比认为，留下组、施家头组的时代为早奥陶世特马豆克期；荆山组时代为早奥陶世特马豆克晚期，即中奥陶世大湾—达瑞威尔早中期；牯牛潭组的时代为中奥陶世大湾—达瑞威尔中晚期。

致谢：成文过程中得到本院陈忠大、俞云文教授高级工程师的帮助与指导，本文英文翻译与插图清绘由本院秦祥熙工程师完成，在此一并表示感谢。

参 考 文 献 (References):

- [1] 鞠天吟. 对苏杭地区早古生代地层的认识 (苏杭地区扬子—江南型沉积过渡区的特征)[J]. 地层学杂志, 1979, 3(4):294-303.
Ju Tianyin. Note on the Lower Paleozoic sediments of Suzhou and Hangzhou area (Characters of transitional sedimentary region between the Yangtze and Jiangnan types) [J]. Journal of Stratigraphy, 1979, 3(4):294-303(in Chinese with English abstract).
- [2] 罗璋, 曾云川. 浙江北部早、中奥陶世地层的划分对比[J]. 浙江地质科技情报, 1983, 83(2):18-25.
Luo Zhang, Zeng Yunchuan. Early -Middle Ordovician Stratigraphic classification and correlation in northern Zhejiang [J]. Zhejiang Geological Science and Technology Information, 1983, 83 (2):18-25(in Chinese with English abstract).
- [3] 丁连生, 安太序. 杭州、余杭荆山岭奥陶系牙形刺及其地质意义 [C]//北京大学地学论文集, 1985:11-17.
Ding Lian-sheng, An Tai-xiang. Ordovician conodonts and its geological significance in Jingshanling Yuhang Hangzhou [C]// Geoscientific Colloquium of Beijing University, 1985:11-17 (in Chinese with English abstract).
- [4] 邹西平. 浙江余杭临安奥陶纪鸚鵡螺化石 [J]. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 1987, 2:231-29.
Zou Xiping. Ordovician Nautiloids in Yuhang and Linan Zhejiang [J]. A Series of Books of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, 1987, 2:231-29(in Chinese with English abstract).
- [5] 浙江省地质矿产厅. 浙江省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1989:64-68.
Bureau of Geology and Miueal Resources of Zhejiang Province. Regional Geology of Zhejiang Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989:64-68(in Chinese).
- [6] 俞国华, 等. 浙江省岩石地层 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996:61-65.
Yu Guohua, et al. Stratigraphy (Lithostratic) of Zhejiang Province [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1996:61-65 (in Chinese).

- [7] 安太庠. 中国南部古生代牙形石 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1987:59-63.
An Taixiang. The Lower Paleozoic Conodonts of South China[M]. Beijing:Beijing University Press, 1987:59-63 (in Chinese with English abstract).
- [8] 中国地层委员会. 中国地层指南及中国地层指南说明书 [M]. 北京:科学出版社, 1981:4-5.
National Commission on Stratigraphy. Stratigraphic Guide of China and its Explanation[M]. Beijing:Science Press,1981:4-5(in Chinese).
- [9] 中国科学院南京地质古生物研究所. 江苏下扬子地区的奥陶系 [M]. 南京:南京大学出版社, 1988:12.
Nanjing Institute of Geology and Palaeontology. Ordovician in the Lower Yangtze area of Jiangsu [M]. Nanjing:Nanjing University Press,1988:12(in Chinese with English abstract).
- [10] 中国科学院南京地质古生物研究所. 中国地层研究二十年 (1979—1999)[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2000.
Nanjing Institute of Geology and Palaeontology. 20 Years of studies on Chinese stratigraphy(1979—1999). Hefei:University of Science and Technology of China Press. 2000(in Chinese with English abstract).

Middle–Lower Ordovician lithostratigraphy in the Hangzhou area, Zhejiang

LUO Yi-da, YU Guo-hua, ZHANG Yan, LIANG He, CHEN Xiao-you, WU Ming

(Zhejiang Institute of Geological Survey, Hangzhou 311203, Zhejiang, China)

Abstract: Based on the urban bedrock geological mapping and research on the section, the Middle–Lower Ordovician Nanshanshang section in Banqiao Township, Lin'an City, was chosen as the candidate stratotype. According to the stratigraphic sequence, lithologic association and boundary markers, combined with the general characteristics of regional changes, four formation–rank lithostratigraphic units were redefined and distinguished. The stratigraphic age of the section was determined to be Early–Middle Ordovician according to the stratigraphic and fossil correlation of the Jingshan Range and Banqiao sections. This redefinition is of great significance for the reconstruction of the stratotype section, protection of geoheritages, lithostratigraphic mapping and exploitation and utilization of Ordovician limestone resources.

Key words: lithostratigraphy; Middle–Lower Ordovician carbonate rocks; Hangzhou

About the first author: LUO Yi-da, male, born in 1955, senior engineer, engages in regional geological survey; E-mail: luoyida1@126.com.